RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 20 marzo 1910.

P. Blaserna, Presidente.

MEMORIE E NOTE
DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Geologia. — *Il profilo geologico del Sempione. La grande Galleria.* III (Profilo 6) [1]. Nota del Socio Carlo De Stefani.

Passiamo ora al gran *tunnel*; ma premetto ch'io mi limito alla sola parte meridionale, che è la principale dal punto di vista geologico.

Abbiamo veduto che sulla destra della Cairasca il micascisto (n. 2) forma un anticlinale assai alto ed assai esteso; che nel lato S. E. gli strati di esso e quelli del sovrastante *gneiss* n. 3, vanno per gran tratto poco inclinati, cioè di 8 a 12° a S. O., o quasi orizzontali; che nel lato N. O. questi strati si alzano e s'incurvano molto di più; che talora vi sono delle forti pendenze sin di 45°, quantunque ordinariamente esse siano molto minori; che le pendenze scendono sempre abbassandosi verso la parte della galleria; che considerando i rapporti degli strati dei micascisti (n. 2) a destra ed a sinistra della Cairasca, si scorge come essi debbano pendere fortemente sotto la grande galleria; che talvolta, come sotto Oro del Vino sulla sinistra della Cairasca, vi sono anche delle pieghe e delle pendenze in senso contrario; che la massa del gneiss d'Antigorio n. 3 a N. E. è molto ridotta in dimensioni, cioè a circa 600 m.; che in quella parte gli strati sono molto pendenti verso N. O.; che a S. della foce della Cairasca il *gneiss* si estende ancora assai, quasi oriz-

[1] Vedi *Il profilo geologico del Sempione.* I. *La Val Dévero* Profili 1, 2, 8. Rendiconti 1910, fasc. 3°, 1° sem., pag. 118. II. *Il Monte Cistella, la Valle della Cairasca e la galleria elicoidale di Varzo* Profili 3, 4, 5, 7. Rendiconti 1910,

zontale, lungo la Diveria, finchè, più verso il Toce, a contatto con le rocce più recenti (zona 4) a Campeglia, assume pendenze fortissime, e diventa quasi verticale.

Giudicando dall'esterno si sarebbe potuto dire soltanto che la Galleria del Sempione deve percorrere l'estrema unghia S. O. dell'ellissoide Cairasca-Devero-Toce; che deve traversare l'anticlinale dei Micascisti n. 2; che l'ala S. E. del *gneiss* d'Antigorio (n. 3) deve presentarsi in strati poco pendenti e per un tratto assai lungo; che l'ala N. O. degli stessi *gneiss* deve presentarsi in banchi assai più pendenti, alti circa 600 m. e per un tratto molto minore; che passata quest'ala minore dei *gneiss* (n. 3), debbono incontrarsi i Calcari, i Calceschisti, i Micascisti del Teggiolo e di Vallè, con una pendenza assai debole, fra 10 e 20° verso N. O.

Questa, in sostanza, e salvo leggere varianti, fu l'opinione di Heim, Renevier, Lory, Taramelli che poi non corrispose completamente ai fatti.

Qualora si fosse considerato che il limite superiore del *gneiss* d'Antigorio (n. 3) sulla sinistra di Val Divedro o valle della Cairasca scende dal M. Cistella verso il fondo della valle con angolo fino di 35°, si sarebbe potuto sospettare che, comportandosi in simil modo a S. O. dell'ellissoide, il Tunnel avrebbe traversato l'anticlinale *gneissico* ad un livello superiore ai Micascisti senza incontrare questi; così difatti è avvenuto.

La Cairasca abbandona le rocce calcaree e scistose della zona 4, entrando nel *gneiss* n. 3 alla quota di circa m. 1280 sul mare; esce dal *gneiss* per entrare nel Micascisto (n. 2) alla quota di circa m. 1170 e raggiunge di nuovo il *gneiss* solo all'entrata nella Diveria sotto m. 578. Dall'entrata nella zona scistosa n. 2 all'uscita da essa, sur una lunghezza in linea retta di m. 4500, scende di m. 592 almeno.

La grande galleria del Sempione, diretta da N. O. a S. E., è quasi perfettamente parallela alla Cairasca: trovasi distante circa 2600 m. dall'entrata della valle negli schisti della zona 2 e pochi metri meno dal punto ove cessa il parallelismo colla valle stessa sotto Fracchia. La galleria, che entra a Iselle a m. 634 ed esce a Briga a m. 686, entra più in alto della foce della Cairasca in Diveria; ma si mantiene poi sempre sotto al livello di questa, essendo più bassa di almeno 520 m. rispetto al punto nel quale la Cairasca passa dall'ala N. O. dell'anticlinale gneissico agli schisti n. 2.

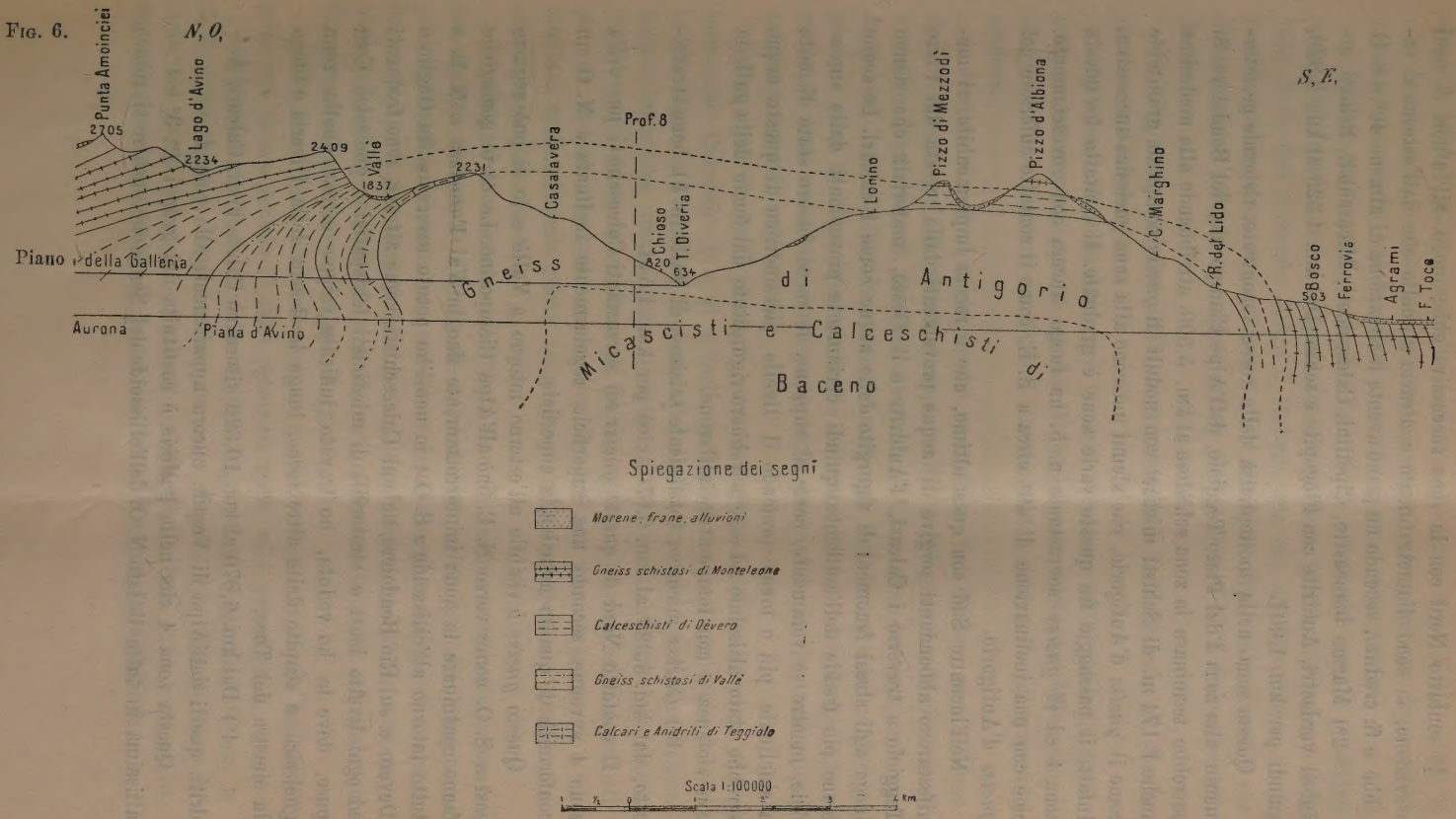
Rispetto però agli affioramenti esterni più alti, nella vôlta dell'anticlinale, dei Micascisti n. 2 con gli *gneiss* n. 3, la galleria si accosta fin circa 1750 m. e corre rispettivamente circa m. 950 sotto l'affioramento più alto.

La bocca Sud della Galleria entra ad Iselle sulla Diveria, come dicevamo, a m. 634.

Nei primi tratti (fig.. 6) incontrò le rocce seguenti:

1°) *Gneiss* d'Antigorio ben caratteristico con rari banchi di Micaschisto per km. 4,325.

Fig. 6.


N, O,
S, E.
Punta Amoinciei
2705
Lago d'Avino
2234
2409
Valle
1837
2231
Casalavera
Prof. 8
Chioso
820
T. Diveria
634
Lonino
Pizzo di Mezzodì
Pizzo d'Albiona
C. Marghino
R. del Lido
Bosco
Ferrovia
Agrami
F. Toce
Piano della Galleria
Aurona
Piana d'Avino
Gneiss di Antigorio
Micascisti e Calceschisti di Baceno
Spiegazione dei segni
Morene, frane, alluvioni
Gneiss schistosi di Monteleone
Calceschisti di Dèvero
Gneiss schistosi di Valle
Calcari e Anidriti di Teggiolo
Scala 1:100000
Km

Il contatto Nord con la zona successiva ebbe luogo, all'infuori di ogni previsione, in seno diametralmente contrario a quello che dall'esterno si sarebbe e fù creduto, secondo un piano avente inclinazione di almeno 40° a S. E.

2°) Marmo biancastro, Cipollini, Calceschisti, Micaschisti, Schisti nodulosi verdastri, Anidrite con Flogopite e senza. Dal km. 4,325 al km. 5,326, quindi per km. 1,001.

Questa zona, nella molteplicità delle rocce incontrate, risponde perfettamente alla zona 4 del Pizzo Teggiolo, dell'Alpe Ciamporino, del Bondolero. Si potrebbe terminare la zona schistosa al km. 5,500, attribuendo alla medesima anche i 174 m. di Schisti micacei con noduli di *gneiss* compatto, granitoide come il *gneiss* d'Antigorio, che alcuni uniscono alla zona gneissica successiva. Infatti il passaggio fra queste varie zone è graduale. Il contatto fra questa zona 4 ed il *gneiss* sovrastante n. 5, ha luogo ancora con rovesciamento, cioè con una inclinazione di 40° circa a S. E. come il contatto inferiore col *gneiss* d'Antigorio.

Nell'incontro Sud con quest'ultimo, che è roccia impermeabile, si manifestarono abbondanti sorgive di acque provenienti dalla cresta del Pizzo Teggiolo a traverso i Calcari, l'Anidrite e il Gesso, materiali che dànno luogo agli stessi fenomeni di rigurgito delle acque come i calcari. Le acque erano più fredde dell'ambiente, quindi certamente provenienti dalla superficie, mentre se veramente, come si suppone, le rocce fossero state disposte a sinclinale più o meno profondo il livello piezometrico di queste acque sarebbe stato altissimo ed esse avrebbero rigurgitato dal fondo della galleria con violenza e con temperature altissime.

3°) *Gneiss* micaceo, sottilmente scistoso, di Vallè (n. 5), bene stratificato, dal km. 5,326 al km. 6,870, cioè per km. 1,544.

Il contatto Nord di questo *gneiss* coi sovrastanti Calceschisti pur della zona 4 avvenne secondo una superficie regolarmente inclinata a N. O. in conformità di quanto notasi alla superficie.

Questo *gneiss* è visibile all'esterno intorno a Vallè e lo si può seguire così a S. O. come verso N. E. fino all'Alpe Ciamporino. Le carte geologiche fanno continuare la zona ininterrottamente fino in Val Formazza a N. E. e tutto intorno all'ellissoide a S. O.: io non l'ho potuto osservare fra Goglio e Devero e sul Rio Bondolero, ne' cui Calceschisti, come altrove, sono frequenti ad ogni livello lenti e straterelli di micascisti feldspatici o gneissici. Così pure, dove la ho veduta, ho trovato indicata troppo estesa quella zona gneissica, a scapito delle altre rocce, lungo la destra della Diveria e lungo la sinistra del Toce.

4°) Dal km. 6,870 al km. 10,329 ritornano Calceschisti, Calcari, Anidriti, quelli dell'Alpe di Veglia, ancora appartenenti alla zona 4.

Questa zona 4 che nella galleria è costituita dai gruppi 2°, 3° e 4°, è altissima in tutto il lato N. O. dell'ellissoide del Sempione, mentre si riduce

a molto minore potenza nell'alto dell'ellissoide ed in tutto il suo lato S. E.

Nella carta svizzera non risaltano bene le corrispondenze degli strati, indicati quasi tutti, nel lato S. E., eccessivamente, come *gneiss*.

D'altra parte poi la zona del lato N. O. è indicata con la medesima tinta degli schisti lucenti i quali con grandissima potenza costeggiano tutta l'ala N. O. dell'ellissoide lungo il Rodano, ma che non dovrebbero essere confusi poichè hanno tipo diverso e vi si trovarono dei fossili giuresi e che inferiormente, secondo me rappresentano il Carbonifero ed il Paleozoico più antico.

5°) *Gneiss* scistosi anfibolici e granatiferi di Valgrande, di Monteleone e dell'Ofenhorn.

Dal punto di vista litologico le rocce incontrate nella Galleria rispondono perfettamente a quelle esterne. Il nucleo anticlinale dei Micascisti di Baceno e della Cairasca (n. 3) non fu incontrato, all'opposto di quanto si credeva.

Convien dire dunque che, come avviene in Val Devero, così a destra della Cairasca que' Micascisti si approfondino rapidamente sotto l'orizzonte e che da questo lato S. E. come da quello N. O. e come del resto, vedremo, dagli altri lati, l'ellissoide abbia risentito una forte compressione laterale, presso a poco in rispondenza al livello del mare. Fu traversata invece interamente la zona anticlinale sovrastante degli *gneiss* d'Antigorio (n. 3) quasi nella sua estrema unghia S. O.

Come già dicevo il piano di contatto degli *gneiss* d'Antigorio (n. 3) coi sovrastanti Calceschisti (n. 4) a quelle profondità fu trovato pendente a S. E.: in altri termini rovesciato rispetto alla disposizione che ha alla superficie. Questa inversione trovasi pure in tutta la zona dei Calceschisti successivi (n. 4) e solo va scomparendo negli *gneiss* scistosi micacei e nei Calceschisti più alti. Si vede che una compressione laterale più potente ancora si è manifestata nell'anticlinale anche in questa direzione ortogonale a quella constatata precedentemente.

Ignoriamo l'estensione in profondità e in ampiezza del rovesciamento nel contatto fra *gneiss* d'Antigorio e Calceschisti nell'interno del Sempione: però il fenomeno si trova con estensione assai maggiore visibile alla superficie nelle parti più esterne della ellissoide parallelamente al suo asse maggiore, cioè tanto verso Briga e il Rodano, quanto nella parte opposta, con direzione contraria, verso il Lago Maggiore.

Però lungo quel piano di contatto e nello stesso lato N. O. dell'ellissoide non manca indizio di fatti consimili anche alla superficie.

Già vedemmo la costa della Corona Teggiolo, poco più di 1500 m. a N. E. della Galleria lungo la Cairasca sulla sinistra del Riale formata da strati del *gneiss* d'Antigorio diventati quasi verticali (Prof. 4, 5), e son quelli stessi che a circa 500 m. di profondità sono incontrati dalla Galleria.

Più a N. E. ma sempre lungo la stessa ala N. O. dell'anticlinale, sul Rio Bondolero verso il Devero, il *gneiss* d'Antigorio si raddrizza alquanto in basso (Prof. 2), e la zona di Calceschisti (n. 4), che in fondo al Rio e a Goglio è assai ampia e con strati pendenti più ripidamente accosto al *gneiss* n. 3, più dolcemente in alto, nell'alto verso l'Alpe Bondolero si fa più ristretta.

Facendo una sezione verticale (Prof. 2) vi si vedrebbe in parte lo stesso andamento che i Calceschisti della medesima zona e gli *Gneiss* di Vallè inclusivi hanno nella Galleria fra i km. 4325 e 10329 dall'imbocco Sud.

In casi consimili la massima parte dei geologi avrebbe preveduto la possibilità di anomalie e di differenze negli strati interni del monte rispetto a quelli esterni: ma nemmeno il Gerlach, che pure aveva dato per la Val Devero uno spaccato simile a quelli adottati oggi da altri per il Sempione, suppose che un simile andamento di strati anche nell'interno del Sempione si verificasse. In realtà nell'inversione degli strati gneissici più esterni al nucleo anticlinale e nell'approfondarsi sotto la Galleria del nucleo de' Micascisti di Baceno (n. 2) non è nulla di tanto anormale che non sia spiegabile coi criterî comuni e spiccioli della geologia antica.

Complicate e tali da far credere, come fu detto, al fallimento della vecchia geologia, furono al contrario le ipotesi adottate, che poi servirono di base e di rinforzo alla teoria dei carreggiamenti.

Lo Schardt, fondandosi sul detto profilo del Gerlach per la Val Devero, propose nel 1894 anche per il Sempione un profilo che in sostanza risponde a quelli oggi adottati dai più.

Schardt, Schmidt, Lugeon, Preiswerk, seguiti da Stella, Novarese, Franchi, Termier, Steinmann, Suess, Taramelli e da altri, con unanime o quasi unanime consenso, e con leggere varianti dagli uni agli altri in punti secondarî, ritengono che gli *Gneiss* in tutte le loro varietà e zone apparentemente diverse costituiscano una roccia unica; che sieno la roccia più antica della regione e delle Alpi; che gli schisti cristallini o poco cristallini sovrastanti e intercalati agli *Gneiss* costituiscano parimente una zona unica più recente, ora metamorfosata, ora no; che i fenomeni orogenetici abbiano ridotto gli *Gneiss* in pieghe lunghissime, per molte diecine di kilometri non regolari o verticali ma sdraiate e stirate e sottili, più e più volte ripetute, e di nuovo ripiegate a loro volta in curve anticlinali e sinclinali, e le abbiamo sospinte da Sud, cioè da verso la pianura italica a Nord verso l'interno delle Alpi in mezzo alla zona schistosa ritenuta sovrastante; che per converso la zona schistosa sia spartita in altrettanto numerose ripieghe sdraiate, stirate e allungate da Nord verso Sud; che finalmente il Sempione sia costituito appunto da simili ondulazioni passanti alla superficie in molteplici pieghe sdraiate e stirate.

A favore di questa ipotesi, per questa regione, non sta altro indizio se

non quello dell'inversione degli strati del *Gneiss* d'Antigorio nell'interno della Galleria. Niun indizio favorevole è all'esterno; anzi tutti gli indizî sono contrarî.

Non si comprende come entro pieghe e ripieghe così supposte, così lontane dalla loro radice, conseguentemente fra ali così distanti, il *Gneiss* di Antigorio si presenti con tanta singolare uniformità; mentre in luoghi che avrebbero dovuto essere molto più vicini fra loro, però oggi, secondo le ipotesi, separati da rocce schistose differenti, si trovano altri *Gneiss*, i quali nella Carta Svizzera, e sebben meno in altre carte a più piccola scala, sono indicati bensì in molta parte con la stessa tinta di quello d'Antigorio, ma ne sono notevolmente diversi.

Dal punto di vista meccanico non si comprende come un movimento così intenso da ripiegare gli *Gneiss* in modo così straordinario abbia potuto agire così, superficialmente, senza produrre ondulazioni ampie e ripetute pieghe intercalate e regolari o verticali o sdraiate anche negli strati sottostanti alla supposta zona di carreggiamento. Mal si comprende come siffatte lunghissime pieghe sdraiate sieno poi state conformate, a lor volta, in ampî ed alti anticlinali regolari, corrosi poi dalla denudazione, aventi ogn' intorno le loro radici, profonde ed invisibili, nel sottosuolo; e mal si spiega come compressioni sì intense non abbiano prodotto, almeno negli schisti più plastici che vi furono soggetti, più innumerevoli pieghettature e rotture di quelle che pur si vedono in tutte le regioni turbate.

Nè si deve dimenticare, come già dicevo, che per grandissima estensione a N. O. e a S. E. dell'ellissoide del Sempione, così verso la Valle del Rodano, come dalla sinistra del Toce fin quasi al Lago Maggiore, gli strati esterni non sono pendenti come dovrebbero essere attorno ad un anticlinale regolare verso l'interno cioè verso la parte ove son dirette le supposte pieghe sdraiate, bensì sono pendenti proprio in senso contrario; sono cioè rovesciati all'esterno, dando luogo nell'insieme ad una vera e propria struttura a ventaglio della massa del Sempione e rendendo meno facile a supporsi un ritorno superficiale degli strati in pieghe lunghissime verso l'interno. Se la galleria del Sempione venisse prolungata a maggiore profondità, oltre la Diveria, fino al Toce, troverebbe, anche da quella parte, gli strati del *Gneiss* d'Antigorio rovesciati sopra la zona dei Calceschisti n. 4.

Nè le difficolà sono minori ove si consideri l'ipotesi dal punto di vista topografico e direi geometrico.

Fino a che si conduca lo spaccato della montagna lungo la linea della Galleria, si possono segnare il *Gneiss* e le altre rocce carreggiate come riunite da una parte o dall'altra alle rocce in posto. Ma anche ad altro spaccato avente direzione normale e traversante la Galleria elicoidale di Varzo si diede lo stesso significato, e poichè le rocce ogn' intorno all'ellissoide del Sempione hanno esternamente il medesimo andamento, bisogne-

rebbe costruire tutti gli spaccati nel medesimo modo, e si dovrebbe finire per istabilire una serie di pieghe irresolubili e per considerare il *Gneiss* di Antigorio della Val Divedro sopra la Galleria come un trovante isolato e senza radice da nessuna parte.

Dal punto di vista stratigrafico e tettonico si può osservare che le stratificazioni delle varie roccie gneissiche e schistose nei rispettivi piani di contatto sono concordanti e regolari e non sono estremamente pieghettate e replicatamente rotte; stanno cioè ben poco in armonia coi supposti intensissimi movimenti d'intrusione di una roccia nell'altra. Parimente se gli strati invece di essere uniformemente monoclinali e normalmente successivi gli uni agli altri, fossero plasmati come si suppone in pieghe anticlinali e sinclinali alternanti, si dovrebbero vedere, almeno in qualche luogo, se non sempre, la disposizione simmetrica degli strati, la cerniera e la curvatura di quelle pieghe, ciò che non si verifica.

Finalmente dal punto di vista litologico devesi affermare che, se pure non mancano analogie e talora identità fra gli schisti cristallini delle varie zone, invece fra gli *gneiss* sono assolute, generali e costanti differenze zona per zona; nè in sostanza vi hanno passaggi o commistioni di tipi i quali diano autorità a ritenere che si tratti di roccia formante un substrato unico.

Per tutte le ragioni predette non ci possiamo discostare dalla spiegazione più semplice da noi data; che cioè la Montagna del Sempione con le sue vicinanze è un anticlinale abbastanza regolare, nel quale le rocce interne di età diversa si sovrappongono normalmente le une alle altre, e quelle esterne son rovesciate a ventaglio.

Perciò torniamo a ripetere la serie delle roccie più antiche quale rimane per noi stabilita, dal basso a l'alto:

1. *Gneiss* di Crodo o Verampio;
2. Schisti cristallini di Baceno e di Varzo;
3. *Gneiss* d'Antigorio;
4. Calceschisti di Devero col *Gneiss* di Vallè incluso;
5. *Gneiss* di Monteleone.

Al diverso concetto sulla stratigrafia risponde il diverso modo d'intendere l'età di questi terreni.

Chi presta fede ai carreggiamenti attribuisce gli *Gneiss* al Precarbonifero, i calcari, i gessi, l'Anidrite che accompagnano gli schisti al Trias, e gli schisti al Secondario riunendoli col nome generico di Schisti di Bunden (*Bündner-Schichten*). Ciò in base a qualche raro fossile trovato in mezzo alle zone più esterne, nella Valle del Rodano o nei calcari veramente triassici più lontani. Però non un solo fossile sicuro è stato trovato nelle rocce dell'ellissoide del Sempione e nelle ellissoidi vicine; per la qual cosa le

sopra dette distinzioni cronologiche sono da considerare come affatto arbitrarie. Come transazione d'idee, se pur sia lecito farne in simili circostanze, ritenni io pure in addietro possibilmente triassici i Calcari e le Anidriti delle zone più cristalline: ma ora di tale transazione faccio ammenda.

Io ritengo ora che i terreni entroalpini predetti appartengano tutti a varie età del Prepaleozoico.

Certo negli ultimi tempi con le carte topografiche nuove lodevolmente precise almeno nel segnare il limite dei terreni, si sono fatti nelle Alpi Occidentali e nella stessa regione del Sempione rilevamenti geologici molto minuziosi e più accurati.

Ma l'età dei *Bündner Schiefer* quale si vede riprodotta nelle Carte Svizzere ed Italiane è ancora una età geologica mitica che ricorda l'età del *Macigno* nell'Appennino, cioè l'età nella quale tutti i terreni dell'Appennino erano insaccati col nome di *Macigno* e ritenuti antichi. Anche questo sotto varî punti di vista è piuttosto un regresso che un progresso.

Un attento studio comparativo con qualsiasi delle regioni confinanti assai fossilifere aprirà nuovi orizzonti alla determinazione cronologica dei terreni, e da ciò verranno avviate a nuova e più sicura via la stratigrafia e la geotettonica delle Alpi Occidentali.

Quanto alla regione del Sempione io l'ho trovata, per mio conto, ripeto, piuttosto semplice ed assai più regolare di tante e tante parti delle stesse Alpi Occidentali, di quelle Orientali e dell'Appennino.

Matematica. — *Sopra speciali trascendenti che si connettono colla teoria dei numeri.* Nota di Enrico Zondadari, presentata dal Corrispondente A. Di Legge.

In questa Nota mi propongo di studiare un prodotto infinito che rappresenta una funzione analitica dotata di particolari proprietà aritmetiche relativamente all'ordine di multiplicità delle sue radici e per mezzo della quale facilmente si costruisce un'altra funzione che dà, eguagliata a zero, un'equazione caratteristica dei numeri primi; questa seconda funzione presenta una certa analogia con le funzioni $k(x)$ e $K(x)$ date da von Koch nella Nota: *Sur la détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée* (Comptes rendus d. s. d. l'A. d. s., t. CXVIII, pag. 850, 1894) la qual Nota è riassunta con alcune modificazioni nella monografia del prof. Torelli *Sulla totalità dei numeri primi fino ad un limite assegnato* (Napoli, 1901).

Tuttavia mi è sembrato non inutile far conoscere questa nuova equazione caratteristica dei numeri primi perchè, mentre le equazioni del von Koch ammettono oltre ai numeri primi anche radici non intere, l'equazione

da me ottenuta non ha in tutto il piano complesso altre radici che i numeri primi positivi e negativi. D'altra parte potrebbe essere che tanto questa equazione quanto la funzione rappresentata dal prodotto infinito suddetto, le quali nella forma attuale non hanno se mai altro che un valore teorico, possano tuttavia servire come punto di partenza per nuove ricerche che conducano a risultati di maggiore interesse per la teoria dei numeri e che presentino qualche utilità pratica nello studio dei numeri primi.

1. Consideriamo il prodotto infinito

$$(1) \qquad \frac{\operatorname{sen}\pi x}{\pi x} \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{2}}{\frac{\pi x}{2}} \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{3}}{\frac{\pi x}{3}} \cdot \ldots \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} \cdot \ldots ;$$

dimostreremo che esso converge assolutamente ed uniformemente entro qualunque cerchio di raggio grande a piacere col centro nell'origine e rappresenta una funzione analitica olomorfa le cui radici sono tutti e soli i numeri interi positivi e negativi (lo zero escluso) ciascuno con un grado di multiplicità uguale al numero dei suoi divisori compreso se stesso e l'unità.

Prendiamo infatti a considerare un cerchio C di raggio ϱ comunque grande ma determinato avente il centro nell'origine. Sia n_0 il più piccolo numero intero positivo per cui si ha $n_0 > \varrho$. Ogni fattore $\dfrac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}}$ per $n \geq n_0$ e $|x| \leq \varrho$ sarà sempre diverso da zero; è inoltre soddisfatta la prima condizione $\lim\limits_{n=\infty} \dfrac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} = 1$ necessaria per la convergenza del prodotto. Il prodotto infinito può dunque spezzarsi nel prodotto finito

$$(2) \qquad \frac{\operatorname{sen}\pi x}{\pi x} \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{2}}{\frac{\pi x}{2}} \cdot \ldots \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n_0 - 1}}{\frac{\pi x}{n_0 - 1}},$$

e nel prodotto infinito

$$(3) \qquad \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n_0}}{\frac{\pi x}{n_0}} \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n_0 + 1}}{\frac{\pi x}{n_0 + 1}} \cdot \ldots \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} \cdot \ldots ,$$

che ha tutti i suoi fattori finiti e diversi da zero entro C.

È noto che il prodotto infinito (3) convergerà assolutamente ed uniformemente nel cerchio C se ivi converge in egual grado la serie

$$\sum_{n=n_0}^{\infty} \left| \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} - 1 \right|, \qquad |x| \leq \varrho < n_0 .$$

Si ha ora identicamente

$$(4) \qquad \sum_{n=n_0}^{\infty} \left| \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} - 1 \right| = \sum_{n=n_0}^{\infty} \left| \frac{n}{\pi x} \right| \left| \frac{\pi x}{n} - \operatorname{sen}\frac{\pi x}{n} \right| .$$

Ma dallo sviluppo

$$\frac{\pi x}{n} - \operatorname{sen}\frac{\pi x}{n} = \frac{1}{3!}\left(\frac{\pi x}{n}\right)^3 - \frac{1}{5!}\left(\frac{\pi x}{n}\right)^5 + \frac{1}{7!}\left(\frac{\pi x}{n}\right)^7 - \cdots$$

si trae che per $\left|\frac{\pi x}{n}\right|$ sufficientemente piccolo

$$(5) \qquad \left| \frac{\pi x}{n} - \operatorname{sen}\frac{\pi x}{n} \right| < \alpha \left| \frac{\pi x}{n} \right|^3 ,$$

essendo α un numero qualunque positivo maggiore di $\frac{1}{3!}$.

Fissato $\alpha > \frac{1}{3!}$ può dunque trovarsi un valore finito m_0 dell'indice n tale che per $n \geq m_0$ sia entro C sempre soddisfatta la (5). La serie

$$(6) \qquad \sum_{n=m_0}^{\infty} \alpha \left| \frac{n}{\pi x} \right| \left| \frac{\pi x}{n} \right|^3$$

avrà quindi i suoi termini maggiori dei termini corrispondenti della serie

$$\sum_{n=m_0}^{\infty} \left| \frac{n}{\pi x} \right| \left| \frac{\pi x}{n} - \operatorname{sen}\frac{\pi x}{n} \right|$$

che si ottiene dalla (4) sopprimendovi un numero finito di termini.

Ma

$$\sum_{n=m_0}^{\infty} \alpha \left| \frac{n}{\pi x} \right| \left| \frac{\pi x}{n} \right|^3 = \alpha \pi^2 |x|^2 \sum_{n=m_0}^{\infty} \frac{1}{n^2} ,$$

e poichè la serie $\sum_1^\infty \frac{1}{n^2}$ è convergente, tale è anche la (6) e quindi, per un noto teorema, la (4) converge uniformemente dentro C.

Poichè le espressioni $\frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} - 1$ rappresentano funzioni analitiche ad un sol valore qualunque sia n, si può affermare per noti teoremi che il prodotto infinito (3) rappresenta entro C una funzione analitica ad un sol valore che si manterrà ivi sempre finita e diversa da zero a causa della convergenza della (4).

Il prodotto completo

$$P(x) = \frac{\operatorname{sen}\pi x}{\pi x} \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{2}}{\frac{\pi x}{2}} \cdot \ldots \cdot \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} \cdot \ldots$$

rappresenta dunque una funzione analitica olomorfa, la quale si annulla entro C per uno qualunque dei valori che annullano il prodotto finito $\operatorname{sen}\pi x \,.\, \operatorname{sen}\frac{\pi x}{2} \cdot \ldots \cdot \operatorname{sen}\frac{\pi x}{n_0 - 1}$, eccezion fatta per $x = 0$ e solo per tali valori. La funzione $P(x)$ avrà dunque entro C una radice semplice per $x = \pm 1$, una radice doppia per x uguale ad un numero primo (positivo o negativo), una radice multipla d'ordine $\mu > 2$ per x uguale ad un numero composto (positivo o negativo) avente μ divisori compreso se stesso e l'unità, perchè facendo x uguale ad un intero k minore in valore assoluto di n_0 nel prodotto finito $\operatorname{sen}\pi x \,.\, \operatorname{sen}\frac{\pi x}{2} \cdot \ldots \cdot \operatorname{sen}\frac{\pi x}{n_0 - 1}$, si annullano semplicemente tutti e soli quei fattori $\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}$ nei quali n divide esattamente k; per ogni altro valore di x ciascuno dei fattori $\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}$ e quindi il prodotto resta diverso da zero; per $x = 0$ avendosi $\lim_{x=0} \frac{\operatorname{sen}\frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} = 1$, qualunque sia n, al prodotto infinito deve attribuirsi il valore 1. Poichè tutto ciò vale comunque grande sia stato assunto il raggio ρ del cerchio C restano pienamente dimostrate la convergenza e le proprietà enunciate del prodotto infinito (1).

2. Per mezzo del prodotto infinito $P(x)$ possiamo ora costruire la funzione meromorfa

$$g(x) = \frac{\operatorname{sen}^3 \pi x}{(\pi x)^3 (1 - x^2)^2} \cdot \frac{1}{P(x)}$$

ossia scrivendo per disteso e riducendo

$$g(x) = \frac{\operatorname{sen}^2 \pi x}{(\pi x)^2 (1 - x^2)^2} \left\{ \frac{\pi x}{2 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{2}} \cdot \frac{\pi x}{3 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{3}} \cdot \ldots \cdot \frac{\pi x}{n \operatorname{sen} \frac{\pi x}{n}} \cdot \ldots \right\}$$

avente per sole radici tutti i numeri primi positivi e negativi.

Infatti la funzione analitica definita dal quoziente

$$\frac{\operatorname{sen}^2 \pi x}{(\pi x)^2 (1 - x^2)^2}$$

è uguale all'unità per $x = 0$, ha un valor finito diverso da zero per $x = \pm 1$, ha una radice doppia per ogni altro numero intero positivo o negativo, ed è diversa da zero e finita per qualsiasi altro valore finito della x; la funzione

$$Q(x) = \frac{\pi x}{2 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{2}} \cdot \frac{\pi x}{3 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{3}} \cdot \ldots \cdot \frac{\pi x}{n \operatorname{sen} \frac{\pi x}{n}} \cdot \ldots = \frac{\operatorname{sen} \pi x}{\pi x} \frac{1}{P(x)}$$

è uguale all'unità per $x = 0$, ha un polo d'ordine $\mu - 1$ per ogni valore intero positivo e negativo della x diverso da ± 1 che ammette μ divisori compreso se stesso e l'unità, è diversa da zero e finita per $x = \pm 1$, come si deduce immediatamente dalle proprietà studiate della funzione $P(x)$. Poichè dunque soltanto per x uguale ad un numero primo la funzione $Q(x)$ ha un polo del primo ordine, resta dimostrato che la funzione $g(x)$ ha le proprietà sopra enunciate e ci fornisce quindi, uguagliata a zero, una equazione caratteristica dei numeri primi.

3. Per noti teoremi è facile riconoscere che il prodotto infinito $P(x)$ può derivarsi colla regola ordinaria di derivazione dei prodotti. Eseguendo i calcoli si ottiene per la derivata di $P(x)$ l'espressione

$$P'(x) = \left[\prod_{n=1}^{\infty} \frac{\operatorname{sen} \frac{\pi x}{n}}{\frac{\pi x}{n}} \right] \left[\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\pi}{n} \cot \frac{\pi x}{n} - \frac{1}{x} \right) \right].$$

Dal teorema di Cauchy sui residui si ha

$$\frac{1}{2\pi i} \int_\gamma \frac{P'(x)}{P(x)} dx = \frac{1}{2\pi i} \int_\gamma \left[\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\pi}{n} \cot \frac{\pi x}{n} - \frac{1}{x} \right) \right] dx = M ,$$

essendo M la somma dei numeri μ che rappresentano quanti divisori ha ogni numero intero positivo e negativo contenuto entro un cerchio C col

centro nell'origine e lungo la circonferenza γ del quale si intende fatta l'integrazione.

Se consideriamo un numero qualunque p intero positivo avente μ divisori e due cerchi C_1 e C_2 di raggio ϱ_1 e ϱ_2 rispettivamente, col centro nell'origine e tali che si abbia

$$p-1<\varrho_1<p \quad , \quad p<\varrho_2<p+1 ,$$

avremo (poichè nella corona circolare compresa fra le circonferenze γ_1 e γ_2 di C_1 e C_2 cadono le radici p e $-p$ di $P(x)$)

$$\mu=\frac{1}{4\pi i}\left\{\int_{\gamma_2}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{\pi}{n}\cot\frac{\pi x}{n}-\frac{1}{x}\right)\right]dx - \right.$$
$$\left. -\int_{\gamma_1}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{\pi}{n}\cot\frac{\pi x}{n}-\frac{1}{x}\right)\right]dx\right\} .$$

Se C_3 è un cerchio di raggio $\varrho_3<1$ avente il centro nel punto indice del numero p avremo

$$\mu=\frac{1}{2\pi i}\int_{\gamma_3}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{\pi}{n}\cot\frac{\pi x}{n}-\frac{1}{x}\right)\right]dx .$$

In particolare per p primo avremo le formole

$$\frac{1}{4\pi i}\left\{\int_{\gamma_2}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{\pi}{n}\cot\frac{\pi x}{n}-\frac{1}{x}\right)\right]dx-\int_{\gamma_1}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{\pi}{n}\cot\frac{\pi x}{n}-\frac{1}{x}\right)\right]dx\right\}=2$$
$$\frac{1}{2\pi i}\int_{\gamma_3}\left[\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{\pi}{n}\cot\frac{\pi x}{n}-\frac{1}{x}\right)\right]dx=2 .$$

Le funzioni $P(x)$ e $g(x)$ possono mettersi sotto altre forme valendosi della funzione Γ di Eulero e dello sviluppo del seno in prodotto infinito. Inoltre se ci proponiamo di sviluppare la funzione $P(x)$ in serie di potenze intere e positive di πx, troviamo calcolando i primi coefficienti che essi si esprimono in funzione delle somme σ_{2t} delle serie

$$\sigma_{2t}=1+\frac{1}{2^{2t}}+\frac{1}{3^{2t}}+\cdots+\frac{1}{n^{2t}}+\cdots ; \qquad (t=1,2,3,\ldots,m,\ldots)$$

queste somme possono calcolarsi come è noto colla formula

$$\sigma_{2t}=(-1)^{t-1}\frac{2^{2t-1}\,B_{2t}\,\pi^{2t}}{1\,.\,2\,.\,3\,.\ldots.\,2t}$$

ove le B_{2t} sono i numeri bernoulliani d'indice pari. Ma noi non possiamo ora trattenerci su questo.

Matematica. — *Sopra le congruenze rettilinee solenoidali.* Nota di UMBERTO CISOTTI, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

Si consideri nello spazio una congruenza rettilinea, e si indichino con $X(x, y, z)$, $Y(x, y, z)$, $Z(x, y, z)$ i coseni direttori del generico raggio r passante pel punto (x, y, z). La congruenza sia tale che in ogni punto, del campo che si considera, sia verificata la condizione

$$(1) \qquad \Sigma \frac{\partial X}{\partial x} = 0 \ (^1).$$

Essa dà luogo alla seguente interpretazione geometrica.

Preso a considerare un tubo infinitamente sottile, costituito da rette della congruenza, lunghesso si mantiene costante l'area della sezione normale. Profittando di una denominazione, notoriamente usata in questioni fisico-matematiche, chiameremo una tale congruenza *solenoidale*.

Mi propongo di far vedere in una prossima Nota come l'intervento di congruenze rettilinee solenoidali si renda necessario in una certa questione idrodinamica. Per ora mi basta di caratterizzarle geometricamente. Ecco il risultato cui si è in definitiva condotti.

Assunta ad arbitrio, nello spazio, una linea si prenda a considerare il fascio de' suoi piani osculatori e sopra ciascuno d'essi il sistema delle parallele alla rispettiva tangente. Un così fatto sistema di rette costituisce una congruenza rettilinea solenoidale; reciprocamente qualsiasi congruenza rettilinea solenoidale si può risguardare generata in tal guisa.

1. Vediamo anzitutto di caratterizzare analiticamente la questione.

Sia σ una superficie che taglia (in un intorno generico) l'intero sistema di rette della congruenza. Riferiti i punti della superficie ad un sistema di coordinate curvilinee (u, v), la congruenza rimane definita, com'è ben noto (^{2}), esprimendo in funzione di u, v le coordinate x, y, z dei punti di σ ed i coseni direttori X, Y, Z delle rette della congruenza. Si ammette che le sei funzioni x, y, z ; X, Y, Z di u, v sieno finite e continue assieme alle loro derivate parziali.

Diciamo O il punto di incontro della generica retta r con σ; allora se t rappresenta l'ascissa di un punto P di r, contata sul raggio stesso a

(^{1}) Conveniamo di attribuire al simbolo Σ, senz'altra designazione, il significato di somma rispetto alle lettere.

(^{2}) Cfr. Bianchi, *Lezioni di geometria differenziale* (Pisa, Spoerri, 1902), vol. I, pp. 297-298.

partire dal punto O, avremo per le coordinate di P le espressioni seguenti:

$$x + tX \ , \ y + tY \ , \ z + tZ. \tag{2}$$

Qualora si risguardi la t come funzione assegnata delle variabili u, v le (2) stesse definiscono, sotto forma parametrica, una superficie τ.
Posto

$$\begin{cases} a_{11} = \Sigma \left\{ \dfrac{\partial(x + tX)}{\partial u} \right\}^2 , \\ a_{22} = \Sigma \left\{ \dfrac{\partial(x + tX)}{\partial v} \right\}^2 , \\ a_{12} = \Sigma \left\{ \dfrac{\partial(x + tX)}{\partial u} \cdot \dfrac{\partial(x + tX)}{\partial v} \right\} , \end{cases} \tag{3}$$

e

$$a = a_{11}\, a_{22} - a_{12}^2 , \tag{4}$$

a è il discriminante della forma differenziale quadratica che rappresenta il quadrato dell'elemento lineare della superficie τ.

Per l'elemento d'area si ha

$$d\tau = \sqrt{a}\, du\, dv. \tag{5}$$

Ciò posto, vediamo di introdurre la condizione (1), caratteristica per le congruenze solenoidali.

Scelto sopra τ un contorno chiuso C, i raggi della congruenza spiccati dai diversi punti di questo contorno formano un *tubo* (tubo di forza nel caso in cui i raggi della congruenza fossero linee di forza). Immaginiamo che il tubo abbia una sezione infinitamente piccola e sia $d\tau$ la porzione di superficie τ staccata dal tubo infinitesimo; se α, β, γ designano i coseni direttori della normale a $d\tau$ (presa in un verso determinato), la condizione (1) equivale (come abbiamo già accennato) alla [1]

$$(X\alpha + Y\beta + Z\gamma)\, d\tau = \text{costante} \tag{6}$$

lungo ogni tubo infinitamente sottile.

Per le (2), tenuto conto delle (3) e della (4). α, β, γ coincidono rispettivamente coi minori della matrice

$$\begin{vmatrix} \dfrac{\partial(x + tX)}{\partial u} & \dfrac{\partial(y + tY)}{\partial u} & \dfrac{\partial(z + tZ)}{\partial u} \\ \dfrac{\partial(x + tX)}{\partial v} & \dfrac{\partial(y + tY)}{\partial v} & \dfrac{\partial(z + tZ)}{\partial v} \end{vmatrix} ,$$

[1] Cfr. ad es. Appell, *Traité de mécanique rationnelle* (Paris, Gauthier-Villass, 1909), t. III, pp. 39-40.

moltiplicati per $\frac{1}{\sqrt{a}}$. Per ciò e per la (5), possiamo dire che il primo membro della (6) coincide col prodotto per $du\,dv$ del determinante

$$D = \begin{vmatrix} X & Y & Z \\ \frac{\partial(x+tX)}{\partial u} & \frac{\partial(y+tY)}{\partial u} & \frac{\partial(z+tZ)}{\partial u} \\ \frac{\partial(x+tX)}{\partial v} & \frac{\partial(y+tY)}{\partial v} & \frac{\partial(z+tZ)}{\partial v} \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} X & Y & Z \\ \frac{\partial x}{\partial u}+t\frac{\partial X}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial u}+t\frac{\partial Y}{\partial u} & \frac{\partial z}{\partial u}+t\frac{\partial Z}{\partial u} \\ \frac{\partial x}{\partial v}+t\frac{\partial X}{\partial v} & \frac{\partial y}{\partial v}+t\frac{\partial Y}{\partial v} & \frac{\partial z}{\partial v}+t\frac{\partial Z}{\partial v} \end{vmatrix}.$$

Pertanto la (6) equivale alla condizione seguente:

(7) $$\frac{dD}{dt} = 0, \text{ } \textit{per qualunque } t.$$

In particolare, essendo D funzione di secondo grado in t, si esige che sia nullo il coefficiente di t^2, cioè il determinante

$$\begin{vmatrix} X & Y & Z \\ \frac{\partial X}{\partial u} & \frac{\partial Y}{\partial u} & \frac{\partial Z}{\partial u} \\ \frac{\partial X}{\partial v} & \frac{\partial Y}{\partial v} & \frac{\partial Z}{\partial v} \end{vmatrix} = 0.$$

Facendo il quadrato per righe del determinante a primo membro, e tenendo presenti le $\Sigma X^2 = 1$, $\Sigma X \frac{\partial X}{\partial u} = \Sigma X \frac{\partial X}{\partial v} = 0$, la precedente diviene

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial u}\frac{\partial Z}{\partial v} - \frac{\partial Y}{\partial v}\frac{\partial Z}{\partial u}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z}{\partial u}\frac{\partial X}{\partial v} - \frac{\partial Z}{\partial v}\frac{\partial X}{\partial u}\right)^2 + \left(\frac{\partial X}{\partial u}\frac{\partial Y}{\partial v} - \frac{\partial X}{\partial v}\frac{\partial Y}{\partial u}\right)^2 = 0.$$

Scende da questa che sono nulli tutti i minori di second'ordine della matrice funzionale di X, Y, Z rispetto alle u, v. Ciò implica che la caratteristica di detta matrice dev'essere minore di due, e che quindi *le funzioni* X, Y, Z *dipendono da un solo parametro, poniamo ad es.* u.

Non ci occuperemo ulteriormente della condizione (7), essendo più conveniente riprendere a questo punto la questione per via diretta, sbarazzandoci dell'ausiliaria superficie σ.

2. Consideriamo adunque i coseni direttori X, Y, Z come funzioni dei punti (x, y, z) dello spazio, pel tramite — s'intende — del parametro u.

La congruenza

$$\frac{dx}{ds} = X \quad , \quad \frac{dy}{ds} = Y \quad , \quad \frac{dz}{ds} = Z \tag{8}$$

(in cui si designa con ds l'elemento d'arco) sarà rettilinea, purchè i coseni X, Y, Z conservino valore costante sopra le singole curve (8), sia cioè

$$\frac{dX}{ds} = \frac{dY}{ds} = \frac{dZ}{ds} = X' \frac{du}{ds} = Y' \frac{du}{ds} = Z' \frac{du}{ds} = 0,$$

avendo indicato con un apice la derivazione rispetto ad u. Se si esclude che tutte le X', Y', Z' sieno nulle (nel qual caso la congruenza sarebbe costituita da rette parallele) le precedenti dànno, tenendo presenti anche le (8), la relazione

$$\frac{du}{ds} = \sum X \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \tag{9}$$

La (1) diviene

$$\sum X' \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \tag{10}$$

Se alle relazioni (9) e (10) si aggiunge la $\sum X^2 = 1$, che ci dà in particolare

$$\sum XX' = 0, \tag{11}$$

avremo considerate *tutte le condizioni che caratterizzano nello spazio una congruenza rettilinea solenoidale.*

Da esse risulta che *le superficie* $u(x, y, z) =$ *costante, non possono essere che piani, ciascuno dei quali contiene le due direzioni ortogonali* (X, Y, Z) *e* (X', Y', Z').

Sia perciò

$$Ax + By + Cz + D = 0, \tag{12}$$

dove A, B, C, D sono funzioni arbitrarie del parametro u, l'equazione che definisce, nel modo più generale, il sistema di piani $u =$ costante.

Osservando che i coseni direttori delle normali a questi piani sono proporzionali tanto a $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial z}$, quanto ad A, B, C, le (9) e (10) divengono rispettivamente

$$\sum AX = 0, \tag{9'}$$

e

$$\sum AX' = 0;$$

la quale ultima, essendo per la (9′) $\Sigma AX' = \Sigma A'X$, può venire sostituita dalla seguente:

(10′) $$\Sigma A'X = 0.$$

Ciò posto dalle (9′) e (10′) risulta che X, Y, Z sono proporzionali ai minori di second'ordine della matrice

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ A' & B' & C' \end{vmatrix}$$

i quali alla loro volta (atteso l'accennato significato di A, B, C) sono proporzionali ai coseni direttori della tangente allo spigolo di regresso della rigata inviluppata dal sistema semplicemente infinito dei piani $u =$ costante. Pertanto le direzioni X, Y, Z giacenti in detti piani sono parallele alle generatrici della rigata.

Reciprocamente è ben chiaro che, assegnata una curva nello spazio e preso a considerare il sistema de' suoi piani osculatori e su questi il sistema delle rette parallele alle rispettive tangenti alla curva, sono soddisfatte tutte le condizioni che caratterizzano una congruenza rettilinea solenoidale.

Chimica. — *Sulla natura dei cosidetti sali doppî fra caffeina e sali alcalini* (1). Nota di GIOVANNI PELLINI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

La solubilità della caffeina nell'acqua alla temperatura ordinaria non è molto grande: aumenta considerevolmente quando la caffeina viene aggiunta a certe soluzioni saline, specialmente sali alcalini di acidi organici, benzoato di sodio, benzoato di litio, salicilato di sodio, e inoltre bromuro sodico e potassico, joduro potassico ecc. Vengono perciò messi in commercio dei prodotti ottenuti sciogliendo la caffeina nelle soluzioni acquose concentrate dei sali alcalini ed evaporando di poi a secco a mite calore. Sono usati in medicina, specialmente per uso ipodermico, in causa della grande solubilità nell'acqua.

Nella letteratura chimico-farmaceutica tali prodotti passano sotto il nome di sali doppî, benchè appaia dubbio che si possano ritenere tali nel vero significato chimico. I rapporti secondo i quali vengono fatti reagire la caffeina ed i sali alcalini, rispondono più ad un criterio di massima solubilità, di azione terapeutica, di aspetto fisico (benzoato di litio e caffeina) (2) che non ad un criterio di costituzione chimica.

Allo stato solido questi cosidetti sali doppî cedono facilmente e completamente la caffeina ad un solvente opportuno, il cloroformio; e così pure

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica generale della R. Università di Padova.

(2) Chem. Central-Blatt, 1908, II, 121.

la caffeina può venire estratta dalle soluzioni acquose. Questo comportamento non prova però affatto che si tratti di semplici miscugli, essendo ben noto che per es. i polioduri alcalini sono dei veri e propri composti sebbene mediante il benzolo si possa grado grado demolire la complessità della molecola estraendo lo iodio (1). Lo iodio, il bromo, il cloro sciolti negl' ioduri e bromuri alcalini o nei rispettivi idracidi formano ioni complessi I'_3, Br'_3 Cl'_3, e tuttavia possono venire estratti con cloroformio, solfuro di carbonio ecc. (2). L'acido borico e l'ossalico formano in soluzione un acido complesso borossalico, sebbene le reazioni analitiche dei singoli acidi non siano per nulla influenzate (3).

Io mi sono proposto di definire la loro costituzione tanto allo stato solido quanto in soluzione. La presente Nota riguarda soltanto la prima parte del problema perchè è quella che presenta nella pratica farmaceutica il maggior interesse. Come esempio ho scelto uno dei prodotti maggiormente in uso, il *benzoato di sodio e caffeina* che si prepara secondo la Farmacopea ufficiale italiana evaporando a secco a bagno maria una soluzione di 50 p. di caffeina e 59 p. di benzoato sodico in 200 p. di acqua. Queste proporzioni corrispondono al rapporto di una molecola di caffeina anidra per 1,59 molecole di benzoato sodico anidro, oppure di una molecola di caffeina idrata ($C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O$) per 1,54 molecole di benzoato sodico idrato ($C_6H_5COONa + H_2O$).

Uno dei mezzi migliori per il riconoscimento della esistenza di sali doppî è quello di studiare le variazioni di solubilità di uno dei componenti, p. es. la caffeina, per aggiunta successiva dell'altro componente, il benzoato sodico, ad una temperatura costante: cioè di determinare delle isoterme di solubilità. Era noto qualitativamente che la caffeina aumentava la sua solubilità nell'acqua per aggiunta di benzoato sodico: era interessante studiare il fenomeno dal lato quantitativo.

Le soluzioni si preparano in maniera tale che alla temperatura voluta si abbia sempre un piccolo deposito solido al fondo. Nel mio caso le diverse soluzioni vennero poste in termostato a 25° per una prima serie di esperienze, a 40° per una seconda serie, ed agitate per molti giorni in modo da stabilire un perfetto equilibrio tra la fase solida e la liquida.

L'esame della soluzione venne eseguito prelevando una certa quantità di liquido che venne pesata poi evaporata a secco e mantenuta a 110° fino a costanza di peso. In tal modo era nota la quantità totale di caffeina e ben-

(1) R. Abegg e A. Hamburger, Zeit. anorg. Chemie, *50*, 403 (1906).

(2) Paternò e Peratoner, Gazz. chim. ital., *21*, I, pag. 110 (1891); Paternò e Oliveri, Rend. Soc. chimica di Roma, V, 211; Leblanc e Noyes, Zeit. phys. Chemie, *6*, 401 (1890); A. Iakowkin, Zeit. phys. Chemie *13*, 539 (1894); *20*, 19 (1896); Noyes e e Seidensticker, ibidem, *27*, 366 (1898); Osaka, ibidem, *38*, 743 (1901); Wildermann, ibidem, *11*, 407 (1893); Boericke, Z. Elektrochemie, 11, 57 (1905).

(3) W. Herz, Z. anorg. Chemie. *66*, 93 (1910).

zoato sodico allo stato anidro sciolta in un peso noto di acqua. Per mezzo di estrazioni ripetute con cloroformio si determinava la quantità di caffeina pesando il residuo dato dalla evaporazione del cloroformio: per differenza si conosceva la quantità di benzoato sodico. Contemporaneamente si procedeva all'esame della composizione dei cristalli deposti dalla soluzione.

Nelle tabelle seguenti sono contenuti i dati analitici.

$t = 25°$

Numero delle esperienze	100 gr. di acqua sciolgono		100 gr. di acqua sciolgono		NATURA DEI CRISTALLI
	$C_8H_{10}N_4O_2$ grammi	C_6H_5COONa grammi	$C_8H_{10}N_4O_2$ grammi molecole	C_6H_5COONa grammi molecole	
1	2,1322	—	0,01098	—	$C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O$
2	8,321	6,667	0,04286	0,04626	»
3	30,145	31,880	0,15527	0,22124	»
4	38,104	45,004	0,19627	0,31232	»
5	44,828	58,554	0,2309	0,40635	»
6	51,739	76,747	0,2665	0,5326	$(C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O) + (C_6H_5COONa + H_2O)$
7	46,273	76,683	0,23835	0,53216	$C_6H_5COONa + H_2O$
8	24,794	69,560	0,12771	0,48272	»
9	9,4754	62,970	0,04880	0,4370	»
10	—	61,170	—	0,4245	»

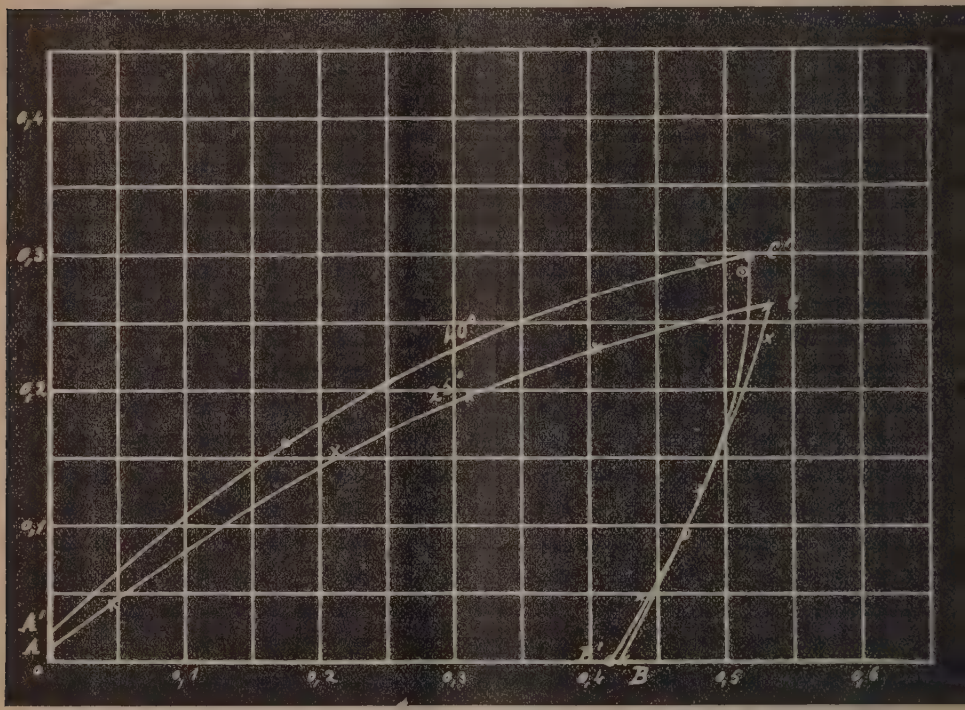
$t = 40°$

Numero delle esperienze	100 gr. di acqua sciolgono		100 gr. di acqua sciolgono		NATURA DEI CRISTALLI
	$C_8H_{10}N_4O_2$ grammi	C_6H_5COONa grammi	$C_8H_{10}N_4O_2$ grammi molecole	C_6H_5COONa grammi molecole	
1	4,6426	—	0,02391	—	$C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O$
2	31,430	25,313	0,1619	0,17566	»
3	56,821	69,677	0,2927	0,48353	»
4	57,991	74,645	0,2987	0,5180	$(C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O) + (C_6H_5COONa + H_2O)$
5	55,984	74,024	0,28837	0,5137	$C_6H_5COONa + H_2O$
6	18,309	67,970	0,09429	0,4717	»
7	—	59,816	—	0,4151	»

Nella figura qui unita sono disegnate le curve di solubilità della caffeina e benzoato sodico. Sulle ordinate sono riportate le quantità di caffeina espresse

in gr. molecole, sulle ascisse le quantità gr. molecolari di benzoato sodico nella stessa quantità di solvente, 100 gr. di acqua.

Come si vede, la solubilità della caffeina aumenta considerevolmente per aggiunta di benzoato, ed aumenta pure la solubilità del benzoato per aggiunta di caffeina per quanto in grado minore. Alla temperatura di 25° la curva AC indica la variazione della composizione della soluzione in equi-



librio con il componente solido, caffeina con una molecola di acqua di cristallizzazione; la curva CB rappresenta la variazione della composizione della soluzione in equilibrio con il componente solido, benzoato sodico cristallizzato con una molecola di acqua; C è un punto multiplo e corrisponde all'equilibrio fra la soluzione ed i due componenti solidi, caffeina e benzoato. La composizione della soluzione in C non varia per aggiunta di uno o entrambi i componenti, oppure non varia per aggiunta di acqua fino a che non scompare per soluzione uno dei componenti.

Dato questo comportamento, si deve perciò concludere che nelle condizioni sperimentali la caffeina ed il benzoato sodico non dànno luogo alla formazione di nessun composto doppio che si separi allo stato solido. Il pro-

dotto che si impiega in farmacia è dunque, allo stato solido, un semplice miscuglio.

Analogamente si deve interpretare l'isoterma A′C′B′ a 40°. La solubilità della caffeina pura aumenta col crescere della temperatura, quella del benzoato sodico diminuisce leggermente (1). Questa seconda isoterma dimostra che anche a temperatura elevata, cioè in condizioni che si accostano a quelle di preparazione tecnica di tali prodotti farmaceutici, non si separa sale doppio.

Appare perciò verosimile che preparando il prodotto *benzoato di sodio e caffeina* nella forma prescritta dalla Farmacopea ufficiale, oppure mescolando semplicemente nelle proporzioni indicate le due sostanze, si avrà in definitiva lo stesso risultato riguardo alle sue proprietà, soltanto che lo stato di miscela più omogenea e lo stato superficiale del prodotto preparato secondo la Farmacopea, può avere influenza non già sul risultato finale della solubilità, bensì sulla velocità di soluzione; il che può presentare un certo vantaggio nella pratica farmaceutica.

Naturalmente le conclusioni ora tratte possono riferirsi solo alla non esistenza di composti d'addizione allo stato solido; esse non possono far escludere che nelle soluzioni acquose, e cioè nelle condizioni in cui il preparato viene effettivamente somministrato, non esistano complessi più o meno stabili. Ciò appare anche *a priori* assai verosimile, poichè l'aumento reciproco di solubilità sta appunto ad indicare la formazione di un complesso.

Per risolvere tale lato della questione ho intrapreso ricerche crioscopiche i cui risultati verranno pubblicati in una prossima Nota.

Altre ricerche ho pure in corso sul comportamento di altri sali alcalini.

Chimica — *Sulla esistenza di complessi fra caffeina e benzoato sodico in soluzione* (2). Nota di Giovanni Pellini e Mario Amadori, presentata dal Socio G. Ciamician.

In una prima Nota (3) sullo stesso argomento, uno di noi ha dimostrato che il prodotto farmaceutico « Benzoato di sodio e caffeina » è, allo stato sodico, sicuramente un miscuglio dei due componenti, il benzoato sodico e la caffeina. Ciò è messo in evidenza dalle curve di solubilità a 25° e 40°; si vede inoltre che tanto la caffeina che il benzoato sodico aumentano reciprocamente la loro solubilità, il che è da attribuirsi alla formazione di composti complessi in soluzione.

(1) Non erano state finora eseguite delle determinazioni di solubilità del benzoato sodico in acqua. Ora si conosce il dato di solubilità a 25° e a 40°.

(2) Lavoro eseguito nell'Istituto di chimica generale della R. Università di Padova.

(3) Questi Rendiconti, fasc. 6°, pag. 329, 1° sem. 1910,

Sono infatti noti nella letteratura chimica diversi esempî dimostranti che gli aumenti di solubilità di una sostanza in presenza di un'altra debbano attribuirsi ad una avvenuta combinazione chimica.

Nel caso nostro era interessante di accertare per altra via la formazione di tale complesso e possibilmente di determinarne la sua composizione. Per questo scopo si prestano le misure di conduttività elettrica o, meglio ancora, la determinazione dei punti di congelamento. In seguito ad una reazione chimica le soluzioni di miscela non debbono presentare rapporti di addittività, ma scostarsi da essi più o meno a seconda del grado di stabilità del complesso originatosi (1).

Le nostre ricerche si riferiscono alle determinazioni della variazione del punto di congelamento delle soluzioni a concentrazione fissa di benzoato sodico, per aggiunta di quantità crescenti di caffeina, fino al limite di solubilità di questa sostanza. La ricerca inversa non si presta bene allo scopo, a cagione della piccola solubilità della caffeina pura in acqua, e dei conseguenti abbassamenti termometrici troppo piccoli.

La caffeina pura in acqua possiede peso molecolare semplice; tenuto però conto delle deviazioni dal calcolato, per aver dovuto impiegare soluzioni che sono vicine al limite di solubilità e degli abbassamenti termometrici molto piccoli. Il benzoato sodico invece è dissociato completamente in soluzione acquosa ($\alpha = 1$), anzi un po' idrolizzato.

Caffeina in acqua ($C_8H_{10}N_4O_2 = 194$):

Concentrazione	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)
0,724	0,055	243,5
0,867	0,065	246,6
1,010	0,07	266,9

Benzoato sodico in acqua ($C_7H_5O_2Na = 144$):

Concentrazione	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)
0,574	0,150	70 8
0,820	0,215	70,5
1,054	0,280	69,6
1,388	0,365	70,3
2,030	0,530	70,8
3,077	0,810	70.2
3,481	0,890	72,3
4,947	1,280	71,4
5,155	1,310	72,8

(1) Paternò e Peratoner, Gazz. chimica italiana, *21*, I, pag. 110 (1891); Paternò e Oliveri, Rend. Soc. chimica di Roma, anno V, pag. 211; Leblanc e Noyes, Zeit. phys. Chem., *6*, 401 (1890).

Caffeina in soluzione acquosa di benzoato sodico.

1. Concentrazione del benzoato in acqua 0,574. Abbass. term. 0,15:

Concentrazione della caffeina in 100 gr. d'acqua	Concentrazione gr. molec. della caffeina per 1 gr. molec. di benzoato	Abbassamento termometrico	Abbassamento termometrico calcolato per $m = 194$
C	C_m	Δ	Δ_1
0,380	0,490	0,020	0,036
0,773	0,997	0,035	0,073
1,063	1,371	0,040	0,101
1,378	1,779	0,060	0,131
1,676 la caffeina non si scioglie completamente.	2,165	0,065	—

2. Concentrazione del benzoato in acqua 0,820. Abb. term. 0,215:

C	C_m	Δ	Δ_1
0,401	0,362	0,020	0,038
1,064	0,962	0,045	0,101
1,335	1,207	0,045	0,127
1,711	1,547	0,060	0,163
1,983 la caffeina non si scioglie completamente.	1,793	0,070	—

3. Concentrazione del benzoato in acqua 1,054. Abb. term. 0,28:

C	C_m	Δ	Δ_1
0,320	0,224	0,015	0,030
0,799	0,562	0,030	0,076
1,376	0,968	0,045	0,131
1,694	1,192	0,050	0,161
1,992	1,402	0,050	0,190
2,245 la caffeina non si scioglie completamente.	1,579	0,050	—

4. Concentrazione del benzoato in acqua 1,388. Abb. term. 0,365:

C	C_m	Δ	Δ_1
0,929	0,496	0,030	0,088
1,362	0,727	0,040	0,129
1,847	0,986	0,050	0,176
2,118	1,131	0,050	0,201
2,381	1,271	0,050	0,227
2,694 la caffeina non si scioglie completamente.	1,438	0,050	—

5. Concentrazione del benzoato in acqua 2,030, Abb. term. 0,53:

C	C_m	Δ	Δ_1
0,750	0,273	0,010	0,071
1,372	0,501	0,020	0,130
2,169	0,792	0,035	0,206
2,481	0,906	0,035	0,236
2,811 la caffeina non si scioglie completamente.	1,027	0,035	—

6. Concentrazione del benzoato in acqua 3,077. Abb. tem. 0,81:

C	C_m	Δ	Δ_1
0,970	0,233	0,000	0,092
2,427	0,584	0,005	0,231
3,123	0,730	0,005	0,288
3,559	0,855	0,010	0,339
4,141 la caffeina non si scioglie completamente.	0,998	0,010	—

7. Concentrazione del benzoato in acqua 3,481. Abb. term. 0,89:

C	C_m	Δ	Δ_1
1,114	0,238	0,00	0,106
2,375	0,506	0,00	0,226
3,938 la caffeina non si scioglie completamente.	0,839	0,00	—

8. Concentrazione del benzoato in acqua 4,947. Abb. term. 1,28:

C	C_m	Δ	Δ_1
1,039	0,158	— 0,015	0,099
2,173	0,324	— 0,045	0,206
3,359	0,504	— 0,05	0,320
4,733	0,710	— 0,05	0,451
5,697 la caffeina non si scioglie completamente.	0,853	— 0,05	—

9. Concentrazione del benzoato in acqua 5,155. Abb. term. 1,31:

C	C_m	Δ	Δ_1
0,501	0,072	— 0,005	0,047
1,713	0,246	— 0,05	0,163
3,097	0,445	— 0,055	0,295
3,657	0,526	— 0,055	0,348
4,197	0,603	— 0,055	0,400
5,303	0,762	— 0,055	0,505
7,271 la caffeina non si scioglie completamente.	1,046	— 0,055	—

Per tutte le concentrazioni di benzoato sodico impiegate, l'aggiunta della caffeina dà luogo a degli abbassamenti termometrici anormali. E precisamente nelle soluzioni più diluite, la caffeina abbassa il punto di congelamento del benzoato, ma in grado sempre minore degli abbassamenti calcolati, con differenze che non possono evidentemente imputarsi ad errori di osservazione.

Nelle soluzioni di media concentrazione il punto di congelamento del benzoato non viene abbassato, e finalmente nelle soluzioni più concentrate si osservano addirittura degli innalzamenti termometrici (Esp. 8 e 9) assai evidenti.

Dall'insieme di questi dati si deve concludere che la formazione di un composto complesso in soluzione, fra caffeina e benzoato sodico, è sicura. Il complesso tende a dissociarsi in soluzioni molto diluite, mentre che dalle soluzioni concentrate appare che il complesso è meno dissociato. Il caso è quindi perfettamente identico a quello osservato da Paternò [1] per le soluzioni di iodio in KI, di I in HI, Br in HBr, Cl in HCl.

Allo scopo di meglio assicurarci che la caffeina si combina realmente col benzoato sodico, abbiamo sciolto nelle soluzioni acquose di benzoato alcune sostanze che in acqua si comportano in modo affatto normale; e precisamente la mannite, l'anilina ed il glucosio. Nessuna di queste sostanze sciolte in una soluzione di benzoato ad una concentrazione alla quale la caffeina ha un comportamento anormale, mostra la tendenza alla formazione di un complesso.

Mannite in acqua ($C_6H_{14}O_6 = 182$):

Concentrazione	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)
0,776	0,080	179,4
1,885	0,190	183,6

Mannite in soluzione acquosa di benzoato sodico.

Concentrazione del benzoato in acqua 1,046:

Concentrazione della mannite in 100 gr. d'acqua	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)	Abbassamento termometrico calcolato per $m = 182$
0,873	0,090	179,4	0,094
2,070	0,215	178,1	0,210
3,503	0,360	180,0	0,356

Glusosio in acqua ($C_6H_{12}O_6 = 180$):

Concentrazione	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)
1,105	0,110	185,8
2,539	0,260	180,6

[1] Loco citato.

Glucosio in soluzione acquosa di benzoato sodico.

Concentrazione del benzoato in acqua 1,227:

Concentrazione del glucosio in 100 gr. d'acqua	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)	Abbassamento termometrico calcolato per $m = 180$
1,079	0,110	181,6	0,110
2,531	0,260	180,0	0,260
4,257	0,440	179,0	0,437

Anilina in acqua ($C_6H_7N = 93$):

Concentrazione	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)
0,836	0,16	96,6

Anilina in soluzione acquosa di benzoato sodico.

Concentrazione del benzoato in acqua 1,187:

Concentrazione dell'anilina in 100 gr. d'acqua	Abbassamento termometrico	Peso molecolare (K = 18,5)	Abbassamento termometrico calcolato per $m = 93$
0,414	0,080	95,8	0,082
1,179	0,230	94,8	0,234
2,344	0,450	96,3	0,466

Resta ora a vedersi di quale natura sia la combinazione fra la caffeina ed il benzoato sodico. Essendo quest'ultima sostanza dissociata completamente la caffeina si unirà o coll'anione dell'acido benzoico o con il ione sodio. La caffeina è un elettrolite amfotero. La sua costante di dissociazione acida a 25° è $< 1 \times 10^{-14}$; quella come base a 40° è $4{,}1 \times 10^{-14}$. L'acido benzoico ha una costante di dissociazione $K = 6 - 7{,}3 \times 10^{-5}$ a 25°.

Se la caffeina formasse un sale con la soda dovrebbe l'acido benzoico poco solubile mettersi in libertà: il sale inoltre sarebbe fortemente idrolizzato: l'ipotesi più probabile è quindi quella che la caffeina si unisca con l'acido benzoico formando un ione complesso caffeinbenzoico, la cui natura, ben inteso, è difficile da stabilire.

Analoghe ricerche sono state da noi estese a molte altre sostanze le quali hanno una costituzione simile a quella della caffeina, principalmente ureidi e sostanze puriniche, e dal loro comportamento rispetto alla soluzione di benzoato sodico o di altri sali alcalini, sarà possibile trarre deduzioni sicure sopra lo stato loro in soluzione, e sulla influenza della costituzione chimica in relazione alla capacità di formare composti complessi.

Fisiologia vegetale. — *Ricerche sul luogo di utilizzazione dell'azoto dei nitrati nel corpo delle piante.* Nota di C. Acqua, presentata dal Socio R. Pirotta.

La presente Nota non ha altro scopo che rendere manifeste alcune ricerche preliminari su di un argomento nel quale — non ostante molteplici studî — regna tuttora la più grande incertezza. Il metodo prescelto è del tutto diverso dagli altri precedentemente usati e mediante i quali non si sono ottenuti se non scarsissimi risultati.

Nell'impossibilità di riassumere, sia pure sommariamente, in una Nota preliminare la letteratura sull'argomento, mi limiterò a rammentare che i metodi fin qui usati furono quelli della ricerca microchimica dei nitrati (usando di preferenza la nota reazione con la difenilammina) e di trarre dalla loro presenza o mancanza conclusioni che, secondo i diversi autori, seguivano direttive del tutto opposte. Così mentre da un lato si ritenne che, mancando la reazione dei nitrati in dati tessuti, p. es. nel mesofillo, ciò significasse che in essi non ha luogo l'assimilazione dell'azoto, dall'altro fu invece giudicata questa mancanza come un argomento in favore dell'ipotesi che precisamente in detti tessuti avvenisse l'utilizzazione dei nitrati e l'assimilazione dell'azoto. Anche quando si constatava un'abbondante presenza di nitrati, questa dava luogo a interpretazioni del tutto diverse. Perchè mentre da taluni era indicata come un argomento in favore dell'ipotesi che l'aumento provenisse dal fatto che i nitrati affluiscono dove debbono trovare il loro impiego, da altri si suppose che l'aumento stesso avesse soltanto carattere di riserva e che nessuna conclusione potesse trarsi circa la località dell'impiego.

Da ciò si scorge come del tutto insufficienti siano stati fino ad ora i metodi adoperati, d'onde l'assoluta incertezza che regna tuttora in questo ramo della fisiologia.

Per meglio spiegare come io sia giunto all'impiego di un nuovo metodo, mediante il quale parmi che la controversa quistione possa compiere un notevole progresso, credo opportuno descrivere brevemente la via che ho seguìta prima di giungere alle presenti ricerche.

Io mi sono occupato in una prima Nota già pubblicata, dell'accumulo delle sostanze radioattive sul grano comune. Adoperavo in queste ricerche soluzioni varie di sali radioattivi, tra i quali il nitrato di uranile. Il metodo elettroscopico rivelava un accumulo della sostanza attiva negli apici radicali In studî ulteriori, di prossima pubblicazione, facevo seguire l'esame microscopico dei tessuti e constatavo che dapprima nel dermatogeno, in prossimità

dell'apice, poi, in colture prolungate, anche in strati di tessuto sottostante si riscontrava visibilissimo un deposito giallo insolubile dovuto probabilmente all'ossido uranico.

Esperienze condotte con altri sali di uranio mostravano che il deposito aveva luogo esclusivamente o prevalentemente con il nitrato, e da questo fatto fui indotto a esaminare l'ipotesi se il fenomeno non si verificasse in seguito all'utilizzazione dell'azoto del nitrato di uranile, mentre il deposito giallo si sarebbe dovuto riguardare come un prodotto residuale dell'utilizzazione dell'azoto per scomposizione del nitrato di uranile. E in questo caso il deposito avrebbe dovuto indicarci il luogo nel quale avveniva questo processo.

L'uranio è però un elemento nocivo per la vita delle piante. I suoi composti debbono usarsi in soluzioni diluitissime e ciò non ostante ben presto si manifesta un'azione nociva. Ma i risultati ora descritti avevano aperto l'adito alla ricerca di un metodo non dissimile, ma che non presentasse gl'inconvenienti che si verificavano con l'uranio. È noto in fisiologia vegetale che l'assorbimento dell'acido nitrico può avvenire in forma di combinazioni con basi diverse. Sono tra queste preferibili quelle i cui metalli costituiscono degli elementi necessarî per la vita delle piante. Ma può ritenersi anche buono l'impiego dell'acido nitrico legato a basi, i cui metalli, quantunque non necessari, appartengono agli elementi non nocivi, forse anche utili, e che la pianta normalmente introduce nel suo corpo. Ora conveniva cercare se fra tali elementi ve ne fosse qualcuno il cui comportamento per le nostre esperienze non fosse dissimile da quello già descritto per l'uranio. In altri termini si trattava di fornire alla pianta un nitrato tale, che dalla sua scomposizione e conseguente utilizzazione dell'azoto risultasse come residuo una base insolubile, la quale in forma di precipitato colorato potesse fornirci un'indicazione microchimica sulle regioni nelle quali avviene l'utilizzazione dell'azoto nel corpo della pianta.

Fra i varî elementi passati in rivista il manganese mi parve il preferibile. Questo corpo si riscontra comunemente nelle ceneri delle piante, non è tra gli elementi necessari, ma si ritiene sia fra gli utili. Inoltre per l'assorbimento dell'azoto del suo nitrato sarebbe dovuto derivare un precipitato colorato insolubile dovuto a combinazione del manganese con l'ossigeno, e tale precipitato avrebbe fornito una preziosa indicazione per lo studio del processo nei vari tessuti. Ora le esperienze da me iniziate con soluzioni di nitrato manganoso hanno pienamente corrisposto all'aspettativa.

Io mi limiterò ora a descrivere brevissimamente i primi risultati ottenuti con due specie che hanno mostrato un comportamento diverso. Dopo la descrizione farò seguire una breve discussione sulle conclusioni che si possono trarre e sulle portata reale del metodo prescelto.

Grano comune. — Colture di piantine provenienti da chicchi fatti germinare in camere umide. Impiego di soluzioni di nitrato manganoso in acqua

distillata dal 0.5 al 3 per mille. Sviluppo buono quantunque minore nel sistema radicale in confronto dei lotti di controllo in sola acqua distillata. Il minore sviluppo è in rapporto con la concentrazione della soluzione.

Il sistema aereo non presenta differenze. Dopo alcuni giorni (da 4 a 8 secondo la varia concentrazione) alla temp. di 16° C circa cominciano a riscontrarsi delle macchie scure visibili ad occhio nudo; segue poi un annerimento pressochè omogeneo delle radici, con zone in cui l'annerimento si accentua. L'esame microscopico ci mostra quanto appresso. Un deposito rosso bruno comincia a formarsi ad una certa distanza dall'apice nella regione del dermatogeno. Procedendo verso la parte superiore della radice, il deposito si mostra abbondante in tutto il cilindro corticale, ma non sorpassa mai l'endodermide.

Il deposito si riscontra nell'interno delle cellule, nello spessore delle pareti, ma particolarmente negli spazî intercellulari.

Il cilindro centrale ne è del tutto privo. Nelle foglie non si ha alcun deposito, tranne in qualche raro caso isolato, in cui all'apice della prima foglia si riscontrò qualche ristretta area brunastra. Il microscopio mostrò che il deposito rosso-bruno si riscontra nell'epidermide della pagina interna e nella regione del fascio conduttore. Furono eseguite anche esperienze con cloruro e solfato manganoso ma non si riscontrarono depositi.

Fagiuolo comune. — Dei semi in via di sviluppo e con la radichetta già formata posti in soluzione di nitrato manganoso al 0.5 $^{0}/_{00}$ arrestano ben presto l'accrescimento della giovane radice la quale si mostra molto annerita. L'esame microscopico rivela abbondante deposito nel cilindro corticale e particolarmente negli spazî intercellulari. Ma anche il cilindro centrale presenta il deposito nelle pareti delle trachee, nel lume di queste che talvolta ne sono piene, e nelle pareti delle fibre, le quali nella radice del fagiuolo costituiscono degli speciali fasci meccanici. Discuteremo appresso il significato di questi fatti, ma intanto resta evidente che la soluzione fu troppo concentrata per lo sviluppo del fagiuolo, onde in successive esperienze si usò far geminare dei semi in una soluzione comune nutritizia e in seguito, quando le piantine avevano raggiunto l'altezza di circa 20 cm. ed avevano ben formato il primo paio di foglie dopo le cotiledonari, furono trasportate in soluzioni più diluite di 0.1 $^{0}/_{00}$ di nitrato manganoso.

Le piante non mostrarono di soffrire, ma gradatamente annerirono le loro radici, rallentando l'accrescimento di queste. Prolungandosi l'esperienza anche la base del fusto mostrò un annerimento. L'esame microscopico rivelò per le radici gli stessi fatti ora descritti nelle colture in soluzione più concentrata e per i fusti mise in evidenza un deposito diffuso nel parenchima corticale, nelle zone floematiche e xilematiche del fascio, mentre restò quasi immune il *cambium* e del tutto privo il parenchima midollare. Furono anche condotte esperienze con cloruro e solfato manganoso e si ebbero —

contrariamente a quanto si verifica per il grano — risultati analoghi a quelli descritti per il nitrato. Si deve anche aggiungere che durante tutto il tempo in cui avvenne l'esperienza la soluzione si mantenne sempre limpida, non presentando tracce di depositi, nè al fondo nè sulle pareti del recipiente nel quale era contenuta.

Tali i fatti sommariamente descritti; ora è opportuno far seguire alcune considerazioni. Che l'impiego di nitrato manganoso in soluzioni diluite non sia dannoso, almeno nell'inizio delle esperienze, è dimostrato da ciò che le piante vi prosperano egregiamente. Il fatto che dopo un certo tempo l'accrescimento si rallenta negli organi radicali è spiegabilissimo con la formazione degli abbondanti precipitati nell'interno delle cellule, i quali debbono ostacolare l'ulteriore accrescimento e moltiplicazione delle cellule stesse. Ma fino a che non si sia giunti a questo estremo limite la vita della pianta si svolge in via quasi normale. Che poi nelle nostre esperienze l'acido nitrico debba essere realmente impiegato parmi cosa evidente, anche per la ragione assai forte che, se ciò non fosse, nei tessuti nei quali ha luogo un abbondante deposito di manganese l'acido corrispondente dovrebbe accumularsi in una tale concentrazione da uccidere senz'altro le cellule. Quindi le regioni dei tessuti nei quali si riscontrano tali depositi debbono precisamente rappresentare il luogo nel quale, o in prossimità del quale, avviene l'utilizzazione dell'azoto.

Ma taluni fatti sopra descritti meritano delle speciali osservazioni. Abbiamo visto per il grano che il deposito si forma anche negli spazî intercellulari, ove anzi si accumula maggiormente. Per il fagiuolo non solo si riscontra negli spazî suddetti, ma anche nelle pareti dei vasi, nell'interno dei medesimi, nello spessore delle pareti delle fibre liberiane, ossia in regioni nelle quali manca il protoplasma e con esso la vita. Ora come ammettere che in questi casi possa aver luogo la scomposizione dei nitrati, l'utilizzazione dell'acido nitrico e la conseguente precipitazione della base di manganese? Fra le varie ipotesi che possono essere concepite in proposito la più semplice parmi la seguente. Le soluzioni diluite di nitrato manganoso debbono trovarsi dissociate. In questo stato esse si muoveranno nel lume dei vasi, si diffonderanno per imbibizione nello spessore delle pareti di questi e delle pareti delle altre cellule, come anche in quelle delle fibre liberiane. Similmente potranno guadagnare gli spazi intercellulari. Ma confinanti con queste parti morte vi sono sempre elementi vivi e assai attivi. Se ora supponiamo che in questi elementi attivi abbia luogo l'utilizzazione dell'azoto, i suoi anioni saranno richiamati dalle regioni circostanti, e, filtrando a traverso le membrane semipermeabili dei protoplasmi, saranno captati e assimilati. Se ammettiamo ancora che i cationi del manganese non possano penetrare a traverso le membrane plasmiche, essi dovranno precisamente restare nelle regioni circostanti, nelle quali, accumulandosi in misura preva-

lente, dovranno finire per dar luogo al precipitato sopra descritto dovuto probabilmente alla formazione del biossido di manganese. Quando poi il deposito stesso si riscontra anche nell'interno delle cellule, ciò vuol dire che la membrana plasmica di queste è stata anche parzialmente permeabile per i cationi del manganese. Vedemmo che nel grano il precipitato non si verificava con altri sali di manganese, come il solfato ed il cloruro, mentre questi nel fagiuolo si comportavano come il nitrato. Ciò vuol dire che nel primo caso le membrane plasmiche semipermeabili hanno un potere selettivo fra i varî anioni, mentre nel secondo esse lasciano passare anche gli anioni del cloro e dello zolfo. Ciò del resto non deve sorprendere poichè sappiamo che lo zolfo entra come costituente necessario della materia vivente, e il cloro, quantungue elemento non necessario, si riscontra generalmente nell'analisi delle ceneri delle piante, e da taluni autori è anche menzionato per qualche caso come un elemento utile.

Ma se dal metodo che ho ora descritto e dai primi risultati ottenuti noi abbiamo indicazioni abbastanza esatte sul luogo di assorbimento e di impiego dell'azoto proveniente dal nitrato manganoso, le stesse conclusioni potranno trarsi per gli altri nitrati che vengono assorbiti dalle piante nelle loro condizioni normali di esistenza? A vero dire non abbiamo la dimostrazione sperimentale che ciò avvenga, ma un'alta probabilità v'è certamente in favore di un tale supposto, per cui possiamo ritenere per analogia con molto fondamento che gli stessi tessuti, nei quali si opera l'utilizzazione dell'azoto del nitrato manganoso, compiano il medesimo ufficio anche con altri nitrati. Mi sembra dunque che il metodo indicato debba offrire una buona guida per far compiere un notevole progresso ad una questione tanto controversa, come questa che ci occupa e nella quale fino ad ora non si è riusciti ad ottenere neanche un semplice orientamento.

Io ho descritto i primi risultati ottenuti con due sole specie. Chi avrà avuto occasione di scorrere le pubblicazioni sull'argomento avrà visto i quesiti importantissimi posti ripetutamente da varî sperimentatori, e ai quali non si è potuto far seguire una risposta soddisfacente.

Questi quesiti io mi propongo di riprendere e studiare con il nuovo metodo da me usato. Ma poichè il lavoro richiederà tempo abbastanza lungo, ho creduto opportuno far precedere questa Nota preventiva per *prendere data*, come suol dirsi, e per potermi dedicare in seguito senza fretta e impazienza alla prosecuzione del lavoro.

Era già pronta per la presentazione la presente Nota quando venni a conoscenza di un recentissimo lavoro del Molisch (*Ueber locale Membranfärbung durch Manganverbindungen bei einigen Wasserpflanzen*. Sitber. Kais. Ak. Wiss. Wien. Math.-naturw. Klasse. CXVIII Abt. 1 Okt. 1909) nel quale egli descrive i risultati che si originano nell'Elodea e in altre

piante acquatiche allorquando sono coltivate in soluzioni di sali di manganese. L'A. considera il deposito simile per la sua origine ad una incrostazione calcare, ma nota la particolarità che la sua formazione sembra in diretta dipendenza con l'azione della luce. Gli studî del Molisch sono essenzialmente diversi da quelli da me intrapresi; tuttavia ho creduto farne cenno perchè le sue esperienze, quantunque condotte con intendimento differente, hanno una certa analogia con quelle da me ora descritte.

Patologia vegetale. — *Gommosi da ferita, Thrips ed acariosi delle viti americane in Sicilia.* Nota di E. Pantanelli, presentata dal Socio G. Cuboni.

In una Nota precedente ho caratterizzato l'aspetto morfologico del Roncet delle viti americane ed ho accennato alla presenza di altre affezioni, i cui sintomi sono stati da precedenti autori compresi nel quadro generale di quella malattia, mentre sono dovuti a cause ben diverse, e se ne possono più o meno facilmente distinguere. Esse sono:

a) gommosi da ferita, la quale produce *court-noué* dei tralci in primavera;

b) maculature pallide e perforazione delle foglie, imbrunimento ed essiccamento delle gemme, erosioni sui tralci, picciòli, peduncoli fiorali e fiori non ancora schiusi, dovuti al tisanottero *Drepanothrips Reuteri* Uzel;

c) rachitismo ed erinosi diffusa dei germogli nei vitigni tomentosi, lesioni locali sulle foglie in quasi tutti i vitigni americani, dovuti con molta probabilità a un acaro appartenente alla famiglia degli eriofiidi o fitoptidi, ma diverso dal *Phyllocoptes vitis* Nal., segnalato come causa della cosiddetta acariosi nei vigneti della Svizzera francese.

A) *Gommosi.* — A parte l'opinione di Comes [1], sempre rispettabile perchè basata su *considerazioni* fisiologiche di indubbia importanza. che la gommosi nel legno della vite in generale sia prodotta da sbalzi di temperatura durante lo sviluppo primaverile, ricorderò che parecchi patologi ed allevatori di viti americane, Prillieux [2], Debray [3], Couderc [4], Silva [5],

[1] Annali d. Scuola Sup. di Portici, V (1888), 24 pp.; Atti Istit. Incoragg. di Napoli, VII (1894), 14 pp.

[2] Prillieux e Delacroix, Revue d. vit., II (1894), p. 6; III (1895), p. 420; Ann. Inst. Agron., XIV (1895).

[3] Bull. Soc. Botan. Franc., 1899.

[4] Citato da Ravaz, Ann. Ecole Montpellier, XI (1900), pag. 297.

[5] Bull. Offic. Minist. Agric., anno 1905, vol. I, pag. 90; anno 1906, vol. VI, pag. 373.

Maggioni (1), Briosi (2), Gaunersdorfer (3), io stesso sul principio di queste ricerche (4), hanno veduto nella rapida e penetrante produzione di gomma rosso-bruna o nera, che si ha nei vasi del legno aperti da un taglio e nelle loro cellule annesse, e che si approfondisce nel legno delle spalle e dei ceppi per lunghi tratti (fino a 15 cm.), la ragione per cui i germogli, che spuntano in tutta vicinanza delle larghe ferite che porta la potatura a capitozzo o la *rimonda* nella potatura ad alberello, si sviluppano rachitici e deformati nel modo caratteristico per il Roncet.

Il termine *resinòsi*, per queste alterazioni, è da preferirsi a quello di gommosi, perchè la sostanza che si forma non è di natura pectica, come hanno supposto i precedenti osservatori da Prillieux a Schiff-Giorgini (5), ma è una gommo-resina, simile allo schellack bruto, solubile in alcool assoluto bollente, etere, glicerina anidra ed olio di trementina, insolubile in acqua fredda o calda, nella quale ultima però fonde e si scinde in goccioline oleose, nere. Nella soda caustica bollente si scioglie formando evidentemente un sapone; da questa soluzione viene precipitata in forma di fiocchi grigio-rossastri per neutralizzazione con acido cloridrico. Trattata direttamente con gli acidi minerali a caldo si disgrega in frammenti a struttura concoide, simili all'ambra o al colofonio. Brucia con fiamma fuligginosa e luminosa, diffondendo un odore leggermente resinoso. Da 300 gr. di legno malato di *Rupestris du Lot* ho estratto per ebullizione a ricadere, prolungata per 36 ore, con un litro di alcool assoluto, circa 30 gr. di resina bruta, in forma di una sostanza nera, lucente, viscosa, semifluida verso i 45° C, che poi è notevolmente indurita.

Si tratta dunque di una gommoresina, appartenente al gruppo delle « Wundgummi » (gomma da ferita) studiate da Temme (6). Anche Mangin (7) distingue nettamente, per le viti europee affette da gommosi, la gomma bruna che si forma nel legno di più di due anni, dalla gomma bianca, di natura pectica, che sgorga normalmente dai vasi anche su le sezioni di tralci di un anno.

La gommoresina da ferita proviene nella vite da una degenerazione resinosa del plasma cellulare, analoga a quella che si ha negli elementi resinipari di diverse piante, mentre la gomma bianca proviene da gelificazione delle pareti delle cellule parenchimatiche attigue al vaso, che non si verifica mai nei vasi contenenti tilli.

(1) Viticultura moderna, X (1904) pag. 285.

(2) Bull. Offic. Minist. Agric., anno 1902, pag. 1167; anno 1905, vol. II, pag. 515.

(3) Sitzungsber. d. Wier. Akad., LXXXV (1882).

(4) Bull. Soc. Agric. Ital., vol. XV (1907), nn. 12-13; Relaz. sull'attiv. della R. Stazione di Patol. veg. per il 1906-1907, pag. 28.

(5) Bull. Offic. Minist. Agric., anno 1906, vol. VI, p. 971.

(6) Landwirtsch. Jahrbücher, XIV (1885), p. 465.

(7) Revue de Vitic., III (1895), pp. 5, 29, 364.

Quanto ai tilli, Mangin ha mostrato che essi si formano ogni volta che si apre una trachea, o anche per la rarefazione dell'aria nel vaso (1) (consumo di acqua negli organi aerei superiori alla fornitura da parte delle radici) e che sono molto più abbondanti nelle viti malate di *gélivure* (mal nero?), dove essi riempiono i vasi di un falso parenchima a cellule poliedriche. Secondo Mangin, in questo genere di malattie si dovrebbe parlare di *tillòsi* e non di gommòsi (2).

Secondo le mie osservazioni, i tilli nelle viti americane si formano normalmente negli anelli legnosi più vecchi di 3-4 anni, e subiscono lentamente in questi anelli una degenerazione resinosa, che possiamo chiamare normale in quanto determina la formazione del durame come nelle altre parti legnose (3). La resinosi patologica consiste in ciò, che in corrispondenza dei tagli praticati in autunno o in inverno nei vasi rimasti aperti viene accelerata la degenerazione gommo-resinosa del contenuto dei tilli ed il processo degenerativo si estende anche alle cellule adiacenti, e tutto ciò anche negli anelli legnosi più giovani, mai però nell'ultimo formato. Inoltre, vasi che possedevano qua e là qualche tillo in formazione, ma che potevano continuare varî anni a condurre la linfa, vengono improvvisamente ostruiti dai tilli in seguito alla resezione, perchè viene a mancare la pressione dell'acqua nel vaso. La resinòsi si compie più rapidamente nell'inverno, la tillòsi invece è più rapida nell'estate, e sono due processi ben distinti, destati o ravvivati dal medesimo intervento.

Ambedue questi processi colpiscono tutto il vaso sezionato e possono passare per le anastomosi ad altri vasi in senso longitudinale, ma non si propagano trasversalmente. Sui lati toccano le cellule madri dei tilli e qualche cellula adiacente, raramente qualche aggregato di parenchima legnoso, e mai passano da un vaso agli attigui, se non vi sono anastomosi. Questo spiega perchè tanto la degenerazione gommo-resinosa come la tillòsi diminuiscano con l'allontanarsi dalla piaga e per lo più cessino prima di arrivare al colletto della pianta.

Il legno dei tralci dell'anno è sempre affatto normale, mai porta vasi tillosi o resinosi, anche nei tralci fortemente malati di Roncet, e ciò fino al più tardo autunno; la tillòsi nei ceppi e nelle spalle comincia generalmente nel terzo cerchio legnoso, contando dall'esterno, raramente nel secondo. Non è dunque nei tralci che cominciano questi processi, come taluno ha supposto per analogia col Mal Nero.

Per la stessa ragione, nel legno delle talee si trovano raramente vasi gommosi, anche se malate di Roncet.

(1) Comptes rendus, CXXXIII (1901), pag. 305.
(2) Revue de Vitic., III (1895), pag. 422.
(3) Ráthay, Jarhresber. d. Lehranstalt i. Klosterneuburg., 1896, 90 pp.

Tutte queste cose avevo già osservato nel primo anno di ricerche ed anzi in base a queste alla fine dell'anno 1907 accettavo ancora le vedute di Silva. Ma intanto mi ero preparato un abbondante materiale di studio, controllato da me stesso durante quella vegetazione, il quale, sottoposto a diversi sistemi di potatura, doveva fornirmi nella primavera successiva la prova sperimentale di questa asserzione. Ma il resultato fu contrario.

Anzitutto, osservando giornalmente lo sviluppo di un gran numero di viti malate, si trova che nell'aprile spuntano germogli tipicamente roncettati anche dalla base del ceppo, che non ebbe mai a soffrire di gommosi per le ferite di potatura, e nel cui interno il legno è esente da gommòsi o meglio resinòsi, almeno nei cerchi legnosi più recenti. D'altra parte, la gommòsi e la tillòsi si trovano anche nel legno di tutte le spalle e teste dei ceppi che finora non hanno sofferto di Roncet, come già aveva notato Ruggeri (1).

Debray, Silva, Briosi, Gaunersdorfer vedono nella potatura a capitozzo, la quale ricopre di piaghe la testa del ceppo, un'operazione atta per eccellenza a produrre il Roncet, ed in realtà i Giapponesi attribuiscono l'Ischikubyo o arricciamento del gelso, che ha una lontana analogia col Roncet, a ferite di potatura (2). Ma già Krasser aveva notato che non v'è relazione fra distribuzione delle piaghe, cioè resinòsi del legno sottostante, e Roncet (*krautern*), e le mie esperienze di potatura hanno mostrato, che la potatura a capitozzo guarisce anzi in molti casi le viti malate, perchè sopprime le gemme malate dell'anno precedente e ritarda lo sviluppo di alcune settimane, al pari della decapitazione proposta prima da Silva, poi anche da Ravaz (3); ma in questo caso, la guarigione è per lo più transitoria, come già aveva osservato Segapeli (4), perchè, quando si sono ricostituite le spalle del ceppo, la malattia ricompare. Non potando o adottando potature lunghe si aggrava la malattia.

È però un fatto che la rapidità con cui si formano i tilli o la gommoresina nei vasi aperti da un taglio, varia a seconda del vitigno; una celere tillòsi e resinosi si ha nella *Rupestris* (du Lot) e nella *Riparia* (Gloire). Assai lenti sono invece ambedue i processi nella *Berlandieri* (Resseguier n. 2). Nella *Vinifera* (Calabrese) la tillòsi è abbastanza rapida, ma la degenerazione resinosa interviene tardi ed è limitata.

In secondo luogo, la pressione di gemizio e la quantità di liquido che sgorga dai tagli praticati in primavera, sono maggiori a livello del colletto che sulle spalle, al di sopra della testa dei ceppi, e ciò tanto in viti sane, come in viti malate, nelle quali però tanto la pressione come la velocità di gemizio sono molto minori che nelle viti sane. Ciò prova che la parte supe-

(1) Viticoltura moderna, IX (1902), p. 69.
(2) Suzuki, Zeitschr. f. Pflanzenkr., XII (1902), pag. 203.
(3) Progrès agr. et vit., XXIII (1906), 1° sem., pag. 576.
(4) Cfr. Schiff, loc. cit., pag. 974.

riore del ceppo, con legno profondamente invaso da gommosi da ferita, oppone resistenza al passaggio della linfa.

Realmente si nota sui primordî della vegetazione uno sviluppo stentato di tutti i germogli che spuntano da gemme dei cornetti o delle spalle, o comunque da gemme situate sopra e intorno alla testa dei ceppi, mentre i germogli che spuntano dal basso del ceppo sono più vigorosi e crescono rapidamente, ma questo è un fatto generale, comune a viti sane e malate. Anzi, persino su viti di un anno si nota uno sviluppo più rapido nei germogli inferiori, e ciò specialmente nelle *Rupestris*, meno nelle *Riparia* e *Berlandieri*. Non è escluso che si possa scambiare per Roncet questo *court-noué* primaverile, che scompare 2-3 settimane dopo il germogliamento, dovuto alla posizione del germoglio sul ceppo e visibilmente influenzato dalla resinosi del legno sottostante.

Infine debbo ricordare che in alcuni vitigni malati di Roncet, specialmente nelle *Riparie* (Gloire e Grand Glabre), si ha un aumento nella secrezione di gomma pectica (incolora), che rende più tarda l'ascensione della linfa dalle radici e dipende non già dalle ferite o da sbalzi di temperatura, ma dalla profonda alterazione di tutte le funzioni del vegetale in conseguenza dell'insufficienza radicale. La gomma pectica, incolora, non resinosa, solubile in acqua, si forma normalmente nelle cellule a ràfidi ed anche in altre cellule del parenchima corticale e midollare della vite, fino nelle radici. L'aumento nella sua produzione non può confondersi con la degenerazione gommoresinosa susseguente alle ferite, nè con la causa del Roncet, della quale malattia essa è — e non sempre — una manifestazione parziale.

B) *Drepanothrips Reuteri* Uzel. — Le maculature trasparenti, le perforazioni sulle foglie e le erosioni dentellate sui tralci (*gerçures* di Ravaz), frequenti soprattutto nelle *Riparia*, ma comuni anche in altri vitigni americani — rare negli europei — durante il primo sviluppo, sono dovute per lo più a questo piccolo tisanottero, le cui larve, almeno a Noto, sono estremamente numerose. Del Noce a Barletta, Ruggeri a Messina [1], avevano già osservato questa *Thrips* descritta da Uzel [2]. Essa si trova tanto sui germogli malati di Roncet, come sui germogli sani, ma è più frequente nei primi. I massimi guasti vengono prodotti dalla *Thrips* sui primi germogli di aprile e su le ultime femminelle di agosto; anzi gli ultimi germogli di *Riparia*, 420 A, ed altri ibridi *Berlandieri* × *Riparia*, si seccano addirittura per gli attacchi di *Thrips*. Non è improbabile che altri autori abbiano preso per Roncet la manifestazioue estiva degli attacchi di *Thrips*, che sano dannosi soprattutto nei luogli umidi. Quivi ho contato fino a 60 larve del

[1] Bull. Not. Agrarie, XXI (1899), pag. 1079.

[2] Del Guercio, Bull. R. Staz. Entomol. Agraria, Firenze, vol. III (1901), pag. 410.

tisanottero su foglioline di *Riparia Gloire* di 1 cmq. di superficie, verso la metà d'aprile.

Le larve di *Thrips* si tengono a preferenza sulla pagina superiore delle foglioline non ancora patenti del germoglio, ed è qui che incominciano le alterazioni da esse prodotte. Col suo rostro sottilissimo questa *Thrips* non rompe mai la cellula epidermica, ma lo insinua nella lamella mediana fra cellula e cellula, arrivando così al palizzata, il contenuto delle cui cellule essa risucchia. La lamella mediana perforata imbrunisce subito, e più tardi accade spesso che le due cellule epidermiche ad essa aderenti muoiano e collabiscano, diventando brune (v. fig. 1 nell'epidermide superiore).

Fig. 1.

Bollosità fra due costole di una giovane foglia di *Riparia tomentosa* (da seme). Lesioni di *Thrips* e dell'eriofiide. Ingr. 48.

Siccome la *Thrips* comincia a pungere le foglie quando sono ancora molto giovani, si arresta per lo più la differenziazione del palizzata tutto attorno alle cellule risucchiate, le quali rimangono vuote. Anche la formazione della clorofilla è ostacolata, e col crescere della fogliolina rimangono piccole aree pallide per trasparenza, le quali si distinguono dalle maculature pallide prodotte dal Roncet solamente perchè hanno i contorni sfumati e non nettamente delimitati da nervature, sono più piccole e portano per lo più al centro qualche cellula epidermica imbrunita.

Una conseguenza delle punture di *Thrips* sulle foglie molto giovani è la perforazione della lamina, perchè sulla pagina non lesa il mesofillo continua a crescere e così tutto all'intorno dell'area colpita, obbligando questa a lacerarsi. Le larve di *Thrips* non pungono mai l'epidermide al disopra delle nervature e l'arresto nell'accrescimento del parenchima fa sì che nelle foglie adulte le piccole terminazioni vascolari in quel punto rimangano raccostate e intrecciate in modo caratteristico. Se le lesioni di *Thrips* sono molto fitte, la foglia rimane deformata.

Anche su gli altri organi teneri si trovano le punture della *Thrips*. Sui picciòli, fusti, viticci, peduncoli fiorali essi assumono l'aspetto di piccole macchioline brune, visibili alla lente, che, siccome la *Thrips* punge esclu-

sivamente nei solchi longitudinali fra le costole di collenchima, sembrano fatte con una minuscola ruota dentata. Sui bottoni fiorali si trovano pure lesioni dell'epidermide simili a quelle descritte; i fiori si seccano per lo più e cadono prima di aprirsi.

Le irrorazioni con petrolio e sapone, con estratto di tabacco e sapone, con polisolfuro di calcio sono sufficienti per liberare i germogli dalla *Thrips*. Tenendo coperte le viti con terra fino a maggio (*Riparia Gloire, Rupestris du Lot, Aramon* × *Rupestris* Ganzin n. 1), o fino a giugno (*Berlandieri* Ress. 2), ho ottenuto tralci sani o malati di Roncet, ma privi delle lesioni della *Thrips*.

C) *Acariosi*. Faes (1), Müller-Thurgau (2), Chodat (3), Behrens (4), Burnat e Jaccard (5) hanno attribuito ad un eriofiide, *Phyllocoptes vitis* Nalepa, il *court-noué*, che dal 1902 in poi è divenuto frequente sulle viti svizzere. Tutti questi autori hanno osservato il *Phyllocoptes vitis* su viti europee, per lo più franche di piede, non su viti americane; Burnat e Jaccard anzi escludono, che la malattia sia stata importata con le viti americane. Ciò non ostante, la descrizione che ne dànno fa pensare al Roncet, come Chodat ha notato, mentre Burnat e Jaccard insistono nel tener separate le due malattie. Nell'acariosi mancherebbe la produzione eccessiva di gomma e tilli nei vasi, ma ho già detto che questo fenomeno ha poca importanza rispetto al Roncet, specialmente nelle *Vinifera*. I germogli deformati da Roncet rimarrebbero rachitici per tutta la vegetazione, mentre quelli colpiti da acariosi si risolleverebbero in giugno, salvo poi a lasciar vittima del *Phyllocoptes* le ultime femminelle di agosto. Ora, anche nel Roncet autentico si può avere il risanamento estivo, anzi si ha regolarmente, se la malattia non è troppo pregressa; i guasti estivi su le ultime femminelle sono prodotti in Sicilia da *Thrips*, quindi sono indipendenti dall'acariosi come dal Roncet.

Quanto alla presenza del *Phyllocoptes vitis*, in tre anni di ricerche non l'ho potuto rintracciare. Su le viti americane *glabre*, che maggiormente soffrono di Roncet tipico, come *Rupestris du Lot, R. metallica, R. selezionate* (da de Astis), *Riparia Gloire, R. Martinaud, Riparia* × *Rupestris* 3306 e 3309. *Aramon* × *Rupestris* G. 1, 132-11 ecc., s'incontrano raramente acari nei germogli, anche in primavera, e si tratta sempre di specie carnivore; le più comuni appartengono ai generi *Iphidulus* ed *Erythraeus*; i *Gamasella*, il *Tydeus foliorum*, l'*Actineda vitis* sono molto rari (6).

(1) Progrès agric. et vitic., anno XXII (1905), 2° sem., pag. 133; Chron. Agric. Vaud, mars 1908; *Les mal. des plantes cultivées*, 1909, pag. 60.

(2) Centr. f. Bakter, II, Abt., Bd. XV (1906), pag 623.

(3) Bull. Classe Agric. Soc. Arts, Génève, 1905, pag. 125.

(4) Ber. d. bad. landw. Versuchsanst. Augustenberg f. 1905 (1906).

(5) Revue de vitic., XXXI (1909), pag. 235.

(6) Debbo alla cortesia del prof. A. Berlese la determinazione di questi acari.

Invece sui vitigni tomentosi coltivati nel R. Vivaio di Noto, specialmente sulle *Riparia* tomentosa e tomentosissima (da seme), sui *Berlandieri* Ress. 1 e 2, su gli ibridi di *Berlandieri* con *Rupestris*, *Riparia* e *Vinifera* e sulle *Vinifera* innestate, ho trovato qualche individuo di un nuovo eriofiide, diverso però dal *Phyllocoptes vitis* descritto da Nalepa (1), come ho potuto constatare confrontandolo con numerosi individui di questo eriofiide trovati su materiale, malato di acariosi, gentilmente inviato dal sig. J. Burnat di Veyrier (Ginevra). Per molti caratteri l'eriofiide trovato a Noto pare che appartenga al genere *Anthocoptes*, come dimostrerò altrove.

Le lesioni che esso produce sulle foglie sono del tutto simili a quelle che produce il *Phyllocoptes vitis* su le viti svizzere (v. fig. 2), descritte

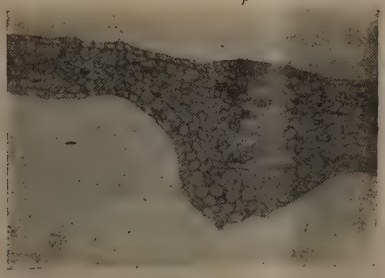


Fig. 2.

Foglia di vite svizzera affetta da acariosi. In *p* lesioni di *Phyllocoptes*. Ingr. 130.

sommariamente da Chodat, Micheli (2), Burnat e Jaccard, come ho potuto osservare sul materiale inviatomi dal sig. Burnat da Veyrier e dal dottor H. Faes da Losanna. Questi acari, a differenza della *Thrips*, stracciano col rostro le cellule epidermiche ed anche le cellule sottostanti, determinando necròsi locale più o meno estesa, attorno a cui il mesofillo al solito si arresta nell'accrescimento e i cloroplasti più o meno degenerano e perdono la clorofilla. Si formano così aree pallide con una necròsi al centro. Se questa è superficiale, il tessuto della pagina opposta subisce una leggera ipertrofia e circonda la necròsi con un callo di protezione, le cui ultime pareti sono suberificate. Ma se il guasto è più profondo, la lamina muore in tutto lo spessore. L'arresto dell'accrescimento porta spesso a perforazione della lamina per la stessa ragione che abbiamo visto per la *Thrips*, ma la perforazione di *Thrips* è generalmente allungata fra le nervature ed ha gli orli ben cicatrizzati, leggermente ingrossati e non bruni, mentre le perforazioni susseguenti alle punture dei detti eriofiidi hanno l'aspetto di lacerazioni irregolari,

(1) Anzeiger d. Wiener Akad., XLII (1905), p. 268.
(2) Bull. Classe Agric. Soc. Arts. Génève, 1906, pag. 269.

a brandelli, coi margini anneriti e secchi; il mesofillo però si delimita tutto attorno con un callo internamente suberificato.

Le lesioni del *Phyllocoptes vitis* si trovano anche sulla pagina superiore, quelle dell'eriofiide siciliano quasi esclusivamente sulla pagina inferiore della foglia.

Alterazioni simili si osservano anche sulle viti americane glabre, quali la *Rupestris du Lot*, la *Riparia Gloire*, il 132-11, l'*Aramon* × *Rupestris* G. 1 ecc., e ciò porta a concludere che l'eriofiide vaghi anche su questi vitigni.

Dobbiamo dunque attribuirgli anche qualche deformazine morfologica? Il *Phyllocoptes vitis* produce un forte nanismo, indurimento delle gemme basali dei tralci, deformazione e bollosità nelle foglie, brevità degli internodî, fasciazioni, aborto dei grappoli ecc.

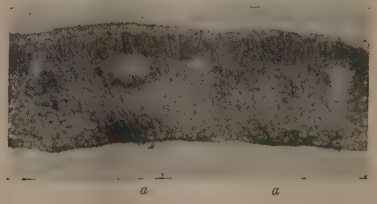


Fig. 3.

Foglia di *Berlandieri* × *Riparia* 420 A con lesioni prodotte dall'acaro (*a*). Ingr. 130.

Nei vitigni tomentosi in Sicilia il rachitismo si presenta realmente con caratteri diversi da quelli del Roncet tipico delle *Rupestris* e *Riparia*: le foglie sono sviluppate irregolarmente e deformate piuttosto che laciniate, la malattia è più forte sulle femminelle che sul tralcio padre, i grappoli sono abortiti o deformati e le fasciazioni molto frequenti. Un complesso di alterazioni che fa pensare o ad una causa del rachitismo diversa da quella che produce il Roncet delle viti glabre, o alla concomitanza del Roncet e di deformazioni dovute all'eriofiide.

Per questi vitigni tomentosi, a base di *Berlandieri*, *Vinifera* e anche di qualche *Riparia*, occorre dunque continuare gli studî prima di poter decidere tale questione.

Ben altra è la cosa per la malattia delle *Rupestris* e *Riparie* glabre, per la quale si riesce a dimostrare che essa è indipendente dall'acariosi. Infatti non vi si trovano eriofiidi a svernare sotto la scorza dei cornetti e delle spalle, nè fra le squame delle gemme. Scortecciando con cura e pennellando i ceppi sul finire dell'inverno con solfato di ferro acido, solfato di rame o sublimato, non si impedisce lo sviluppo di germogli malati di Roncet.

Eguale risultato negativo si ha bagnando le talee malate con i detti veleni, con nitrato d'argento, carbonato sodico, acido cloridrico, nitrico, solforico, fenico, acqua a 55°. Alcuni di questi trattamenti favoriscono il risanamento estivo della barbatella, ma per ben altra ragione.

Le irrorazioni con estratto di tabacco e sapone, petrolio e sapone polisolfuro di calcio al 3-4 % di solfo non hanno arrestato lo sviluppo del Roncet su la *Rupestris du Lot*, nè sulla *Riparia Gloire*; sul *Berlandieri* Ress. 1 e 2 i risultati sono stati oscillanti.

Tenendo coperti con terra i ceppi, come sopra ho detto, si sono avuti tralci tipicamente malati di Roncet anche dai *Berlandieri*, sebbene liberi da acari ed insetti di ogni sorta, nonchè dalle loro lesioni.

Batteriologia. — *La flora bacterica nei ghiacciai del Monte Rosa* (1). Nota di G. Galeotti ed E. Levi, presentata dal Socio A. Mosso.

Lo studio della flora bacterica sulle cime delle alte montagne, ove la vita sembra al tutto spenta, ha attirato l'attenzione di molti sperimentatori. Fra i primi è stato il prof. Giacosa, che, già nel 1882, eseguì alcune ricerche per determinare i corpuscoli organizzati, esistenti nell'aria dei monti. Ricerche nello stesso senso erano state anche fatte da Pasteur, da Yung e dal Fredenreich di Berna sullo Schilthorn.

Schmelck dell'ufficio sanitario municipale di Cristiania, nel luglio 1888, studiò bacteriologicamente le nevi e le acque del Josterdalbrae in Norvegia. Nel 1890 il Giacosa tornava su questo argomento, pubblicando i risultati ottenuti dallo studio bacteriologico della neve, raccolta sulla vetta del Piccolo Cervino, sul Plateau Rosà e sul colle del Teodulo. Qualche anno più tardi Scofone, facendo parte della spedizione scientifica al Monte Rosa, diretta dal prof. Giacosa, si proponeva pure di studiare i microrganismi delle nevi, dei ghiacciai, dell'aria e dell'acqua sulle alte montagne. Egli analizzò bacteriologicamente la neve del ghiacciaio del Garstelet, della regione limitrofa alla Capanna Gnifetti, del Ghiacciaio del Lys, del colle del Lys, della punta Gnifetti e le acque del Lago Salzia, del Lago Gabiet, della fontana Sella, del torrente Indren e del torrente Lys.

Quasi in tutti i campioni lo Scofone trovò bacteri di varie specie, che egli identificò seguendo le tavole dell'Eisemberg. Queste specie furono: *M. cremoides, M. albus fluidificans, M. albus, M. versicolor, M. albus liquefaciens, M. agilis, M. carneus, M. flavus desidens, D. desidens, D. ci-*

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto Fisiologico A. Mosso (al Col d'Olen) e nell'Istituto di Patologia generale della R. Università di Napoli.

treus conglomeratus, B. fluorescens longus, B. rubidus, B. lactis erytrogenes, B. erytrosporus, B. roseus rosae.

In un'altra Nota lo Scofone pubblicò il risultato di ulteriori indagini bacteriologiche, fatte sulla neve di diversi nevai del piano dell'Indren (altezza 2460 m.) e sulla neve della Capanna Margherita.

Ricerche più recenti e più larghe sono quelle del Binot, che, dietro richiesta del Janssen, si occupò, nel 1900, di determinare la flora bacterica del gruppo del Monte Bianco. Le indagini di questo autore si estesero alle nevi e ai ghiacciai, all'acqua ed all'aria. Molte analisi furono fatte nello stesso luogo, in tempi diversi, in modo da vedere come varii la flora bacterica con le varie condizioni della montagna; altre furono eseguite in luoghi differenti, e si raccolsero campioni in gran numero di neve fresca, di neve antica, di ghiaccio superficiale, di ghiaccio profondo nei crepacci, di acque che sgorgano dai giacciai, ecc. Il Binot accetta l'opinione generalmente ammessa, che i bacteri siano trasportati dai venti sulla sommità delle montagne e che da altra parte il sole sia un potente mezzo di distruzione dei germi depositati sulle nevi. Perciò il contenuto bacterico delle nevi varia grandemente a seconda delle condizioni meteorologiche, precedenti la raccolta dei campioni, a seconda dell'orientazione dei luoghi, ove la neve fu presa, a seconda della profondità degli strati esaminati. In certi luoghi, nella neve antica, furono trovati 1 o 2 germi per cmc., mentre nella neve fresca il contenuto bacterico era assai più piccolo o nullo. In tesi generale il numero dei germi è tanto maggiore, quanto più ci si avvicina alla valle e, mentre al Grand Plateau vi erano 6 germi per unità di misura di acqua di neve, ai Grands Mulets questo numero si innalzava sino ad 8, al Plan de l'Aiguille sino a 19, alla Mer de Glace sino a 23 e al Montanvert sino a 49.

Il Binot ha raccolto, dalle sue analisi bacteriologiche, circa 300 specie differenti, di cui molte sono nuove e difficili a determinare. Solo di un terzo riuscì la identificazione in modo sicuro. Riguardo alla presenza di specie patogene, il Binot afferma di avere una volta isolato dal ghiaccio una specie virulenta di piocianeo e dalle acque di fontane naturali un vibrione patogeno per gli animali di laboratorio e anche (da una sorgente sulla strada del Montanvert) il *bacterium coli*.

* * *

Le ricerche di cui esponiamo qui i risultati furono da noi fatte negli ultimi giorni di luglio e nella prima quindicina di agosto del 1909. Esse furono iniziate nell'Istituto Fisiologico Angelo Mosso al Col d'Olen e compiute nell'Istituto di Patologia generale dell'Università di Napoli. Sul metodo di ricerca non abbiamo molto da dire, poichè fu seguìta la tecnica bacteriologica comunemente usata.

I campioni di neve e di terriccio venivano raccolti in vasetti di vetro sterilizzati e nel più breve tempo possibile portati in laboratorio, ove si

facevano gli isolamenti su piastre di gelatina. Le specie raccolte erano poi trapiantate sull'agar e in parte studiate nell' Istituto al Col d'Olen, in parte inviate al laboratorio di Patologia a Napoli. Per la identificazione delle specie ci siamo serviti del trattato del Migula.

Gli ifomiceti furono solo in parte identificati e per questi ci siamo valsi del cortese aiuto del prof. F. Cavara.

Punta Giordani (m. 4180).

29 luglio. — Si preleva un campione di neve e un po' di terriccio tra le roccie da un un pendìo esposto a sud-ovest. Ore 12. Tempo sereno da due giorni.

Risultato dell'analisi bacteriologica: Acqua di neve:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	3	0
8 »	5	0
20 »	15	0

Media per un cc. di acqua (1): bacteri colonie n. 12; ifomiceti 0.

Terriccio: bacteri colonie n. 2; ifomiceti colonie n. 1.

Le specie bacteriche trovate sono: Nell'acqua di neve: *B. flavescens, B. pseudoanthracis, M. candidans, B. chryseus.* — Nel terriccio: *B. mesentericus, Penicillium glaucum.*

Punta Zumstein (m. 4573).

2 agosto. — Si prelevano campioni di neve e di terriccio, prendendoli sotto alcune roccie sporgenti sul versante est. Ore 8 ant. È nevicato nella notte. La giornata è tempestosa e tira vento del sud.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	2	1
8 »	5	1
20 »	12	4

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 10; ifomiceti colonie 3.

Terriccio: bacteri colonie n. 2; ifomiceti colonie n. 1.

Le specie trovate sono: Nell'acqua di neve: *Sarcina candida,* Ifomiceto indeterminato. — Nel terriccio: *Sarcina candida, B. mesentericus, Penicillium glaucum.*

(1) Questa media è stata fatta, considerando che 20 goccie di acqua corrispondono circa ad un centimetro cubo.

Seracchi del Balmehorn.

2 agosto. — Si preleva un campione di neve superficiale. Esposizione a nord. È nevicato nella notte. Ore 9 ant.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	0	0
8 »	1	1
20 »	1	0

Le specie trovate sono: *B. mesentericus,* Ifomiceto indeterminato.

Ghiacciaio dell'Indren.

3 agosto. — Campione prelevato dalla neve superficiale, in basso del ghiacciaio. Ore 16. È nevicato nella mattina. Tempo sereno.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	1	2
8 »	4	7
20 »	7	7

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 6; ifomiceti colonie n. 8.

Le specie trovate sono: *M. aquatilis, Sarcina lutea, Penicillium glaucum,* Ifomiceto indeterminato.

Capanna Gnifetti (m. 3600).

6 agosto. — Si prelevano campioni di neve e di terriccio, prendendoli al piede della roccia a est della Capanna Gnifetti. Ore 8 ant. Tempo sereno.

Risultato dell'analisi bacterologica: Acqua di neve:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	1	0
8 »	3	1
12 »	3	3

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 5; ifomiceti colonie n. 4. Di più fu trovata una colonia di un blastomiceto che non potemmo identificare.

Terriccio: bacteri colonie n. 6; ifomiceti colonie n. 1.

Le specie trovate sono: Nell'acqua di neve: *B. flavescens, C. mesentericus,* un blastomiceto non identificato, *Penicillium glaucum.* — Nel terriccio: Ifomiceto indeterminato.

Cresta di roccie ad est del ghiacciaio dell'Indren (m. 3400).

6. agosto. — Si prelevano campioni di neve e di terriccio da un pendìo esposto a ponente. Ore 9 ant. Ultima nevicata 2 giorni addietro. Tempo sereno.

Risultato dell'analisi bacteriologica: Acqua di neve:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	2	0
8 »	2	0
12 »	5	1

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 9; ifomiceti colonie n. 2.

Terriccio: 9 colonie di ifomiceti.

Le specie trovate sono: Nell'acqua di neve: *Sarcina lutea, B. mesentericus, B. subflavus,* Ifomiceto indeterminato. — Nel terriccio: *Penicillium glaucum, Aspergillus flavus.*

Punta Gnifetti (m. 4560).

8 agosto. — Si preleva un campione di neve dalla grande cornice, di fronte all'ingresso della Capanna Margherita, a circa 8 metri di distanza da questa. Tempo sereno e caldo. Da varî giorni non era nevicato.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono esaminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	3	0
8 »	17	0
12 »	24	2

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 40; ifomiceti colonie n 3.

Le specie trovate sono: *Sarcina candida, B. mesentericus, Sarcina lutea, M. aquatilis, Aspergillus flavus,* Ifomiceto indeterminato.

Colle del Lys (m. 4200).

8 agosto. — Si preleva un campione di neve in un punto del grande pianoro. La neve ha una sottile cresta gelata e il campione si prende sotto la crosta. Tempo sereno.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	0	0
8 »	3	2
12 »	4	0

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 7; ifomiceti colonie n. 1.

Le specie trovate sono: *B. mesentericus* e *B. subflavus, Penicillium glaucum, Penicillium griseo-fulvum* (?)

PUNTA STRAHLING (m. 3116).

10 agosto. — Si prelevano campioni di neve e di terriccio da un pendìo esposto a nord. La neve fu presa a circa 10 cm. di profondità, dopo aver tolto con una spatola sterilizzata lo strato superficiale, che era coperto di detriti. Tempo buono, dopo due giorni di temporale.

Risultato dell'analisi bacteriologica: Acqua di neve:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	22	6
8 »	57	8
12 »	98	11

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 147; ifomiceti colonie n. 20.

Terriccio: innumerevoli colonie bacteriche di varie specie; molte colonie di ifomiceti.

Le specie trovate sono: Nell'acqua di neve: *B. flavescens, B. subtilis, M. candidus, Sarcina candida, B. mesentericus, Penicillium glaucum,* Ifomiceto indeterminato. — Nel terriccio: *B. flavescens, B. subtilis, M. candidus, Sarcina candida, B. mesentericus, Penicillium glaucum, Aspergillus fulvus,* Ifomiceto indeterminato.

LYSKAMM OCCIDENTALE (m. 4477).

13 agosto. — Si preleva un campione di neve sulla vetta. Ore 10 ant. Tempo sereno. Da cinque giorni non è nevicato.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	0	0
8 »	0	4
12 »	0	2
12 »	2	0
12 »	5	0

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 3; ifomiceti colonie n. 3.

Le specie trovate sono: *M. candidus, B. chryseus, Penicillium* indeterminato.

LYSKAMM ORIENTALE (m. 4529).

13 agosto. — Si preleva un campione di neve sulla vetta ove termina la cresta Sella, fuori del passo delle carovane alpinistiche. Esposizione del pendìo nord-est. Ore 10 ant.

In tutte le lastre seminate con 4, 8 e 12 goccie di acqua non si sviluppa che una colonia di *Penicillium glaucum.*

COLLE SESIA (m. 4350).

14 agosto. — Si preleva un campione di neve al sommo del colle sul pendìo volto ad ovest. Ore 9 ant. Vento del nord assai forte.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	5	2
8 »	4	2
12 »	20	1

Media per un cc. di acqua: bacteri colonie n. 16; ifomiceti colonie n. 4.

Le specie trovate sono: *M. fulvus, B. mesentericus, Penicillium* indeterminato.

SERACCHI SOTTO LA PUNTA PARROT.

14 agosto. — Si preleva un campione di ghiaccio a circa 4 cm. di profondità. Tutte le piastre seminate con 4, con 8, con 12 goccie rimangono sterili.

GHIACCIAIO DELL'INDREN.

14 agosto. — Si preleva un campione di ghiaccio da un crepaccio alla profondità di circa tre metri.

Risultato dell'analisi bacteriologica:

Quantità dell'acqua con cui furono seminate le piastre	N. delle colonie	
	bacteri	ifomiceti
4 goccie	3	0
8 »	1	1
12 »	3	0

Media delle colonie per un cc.: bacteri colonie n. 6; ifomiceti n. 2.

Le specie trovate sono: *B. albatus, Penicillium* indeterminato.

I risultati di queste indagini bacteriologiche si possono così riassumere:

1°. Le nevi superficiali e i detriti che si trovano tra le roccie, sulle cime delle alte montagne, contengono quasi sempre un certo numero di bacteri

e di ifomiceti. Solo il campione preso sulla cima del Lyskamm orientale era privo di microrganismi.

2°. Quanto più si scende in basso e ci si avvicina alla zona della vegetazione, tanto più aumenta il numero dei bacteri, che si trovano nei campioni di neve e di terriccio.

3°. Il numero dei germi è più elevato in vicinanza delle capanne continuamente abitate durante l'estate (Capanna Margherita).

4°. Le specie che abbiamo isolato sino ad ora sono:

Bacteri:

B. mesentericus
B. subflavus
B. flavescens
B. pseudoanthracis
B. chryseus
B. subtilis
B. albatus

M. aquatilis
M. candidans
M. candidus
M. fulvus

S. lutea
S. candida

Ifomiceti:

Penicillium glaucum
Penicillium griseo-fulvum (Dierck)
Aspergillus fulvus. Altre specie che sono rimaste indeterminate.

Blastomiceti:

Una specie che non abbiamo potuto identificare.

5°. Queste specie sono in genere differenti da quelle trovate da Scofone nelle stesse regioni. Si deve dunque concludere, che la flora bacterica delle alte montagne varia assai di tempo in tempo, probabilmente a seconda delle condizioni meteorologiche nelle varie epoche e a seconda dei venti, che dominano nelle diverse stagioni.

Ci proponiamo per la prossima estate di proseguire queste ricerche, in modo più sistematico, a fine di studiare le variazioni giornaliere del contenuto bacterico della neve nel medesimo luogo e di determinare meglio le condizioni della flora microbica a diverse profondità nei ghiacciai.

BIBLIOGRAFIA.

Giacosa. Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino, 1883, vol. XIII.
Giacosa. Giornale della R. Accad. di Med. di Torino, vol. I, anno 58.
Scofone. Arch. per le Sc. Med., vol. XX, n. 12.
Scofone. Arch. per le Sc. Med., vol. XXI, n. 16.
Binot. C. R. de l'Acad. des Sciences, vol. 134, n. 11, pag. 673, 1902.
Migula. System der Bakterien. Jena, Fischer, 1900.

E. M.